Časopis České vědeckotechnické společnosti — komitétu pro techniku prostředí

ztv

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA

nositel Čestného uznání České vědeckotechnické společnosti

Ročník 19 Číslo 2

Redakční rada:

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

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

OBSAH

Ing. V. Hlavačka, CSc.: Praktické postupy stanovení nestacionárních průběhů teplot v deskách 65

Ing. J. Olehla, CSc.: Charakteristický rozměr pro stanovení přestupu tepla u žebrovaných výměníků 83

Ing. M. Zálešák: Problémy výzkumu vlastností diatermních stěn při slunečním záření 97

Ing. R. D. Straka: Topné období 1974/1975 v Praze z hlediska klimatických veličin 109

Kartonové přílohy 102/18 až 102/21

•

SUMMARY

Ing. V. Hlavačka, CSc.: Practical procedures for ascertaining unsteady temperature distribution in plates 65

Ing. J. Olehla, CSc.: A characteristical dimension for ascertaining the heat-transfer by finned tubes 83

Ing. M. Zálešák: Some problems in research of diathermous walls under the solar radiation influence 97

Ing. R. D. Straka: The climatic parameter during the heating saisons 1974/1975 in Prague 109

Cardboard supplement 102/18—102/21

ACADEMIA

СОДЕРЖАНИЕ

Инж. В. Главачка, к. т. н.:	Практические методы определения нестационарных распределений температуры в пластинах	65
Инж. Й. Олегла, к. т. н.:	Характеристический размер для определения теплопередачи ребристых теплообменников	83
Инж. М. Залесак:	Проблемы исследования свойств диатермичных стен во время солнечной радиации	97
Инж. Р. Д. Страка:	Отопительный период 1974/1975 в Праге с точки зрения климатических величин	109

Картонное приложение 102/18—102/21

•

SOMMAIRE

Ing. V. Hlavačka, CSc.:	Procédé pratique pour déterminer les champs de chaleur en régime variable dans des plaques infinies . .	65
Ing. J. Olehla, CSc.:	Dimension caractéristique pour une détermination de la transmission de la chaleur dans les échangeurs à ailettes	83
Ing. M. Zálešák:	Problèmes d'une recherche des propriétés des parois diathermiques pendant le rayonnement solaire . . .	97
Ing. R. D. Straka:	Périodes de chauffe de 1974 et 1975 a Prague au point de vue des valeurs climatiques	109

Annexe de carton 102/18—102/21

•

INHALT

Ing. V. Hlavačka, CSc.:	Praktisches Verfahren zur Feststellung nichtstationärer Temperaturverläufe in Platten	65
Ing. J. Olehla, CSc.:	Charakteristische Dimension für Berechnung vor Wärmeübergang bei Rippenrohrwärmetauschern . . .	83
Ing. M. Zálešák:	Einige Probleme der Erforschung der Eigenschaften von diathermalen Wänden bei Sonnenstrahlung . .	97
Ing. R. D. Straka:	Die klimatischen Parameter während der Heizungssaisons 1974/1975 in Prag	109

Kartonbeilage 102/18—102/21

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA 536.2
ROČNÍK 19 (1976) ČÍSLO 2 697.2

PRAKTICKÉ POSTUPY STANOVENÍ NESTACIONÁRNÍCH PRŮBĚHŮ TEPLOT V DESKÁCH

ING. VOJTĚCH HLAVAČ..A, CSc.
Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice

Cílem předložené práce je ukázat metodu řešení nestacionárního jednorozměrného vedení tepla v izotropní nekonečné desce, založenou na konečných integrálních transformacích, umožňující zvládnutí velmi širokého okruhu úloh a vedoucí k poměrně jednoduchým a dosti obecným výsledným závislostem. Jejich aplikace je z matematického hlediska nenáročná a do značné míry ji usnadňují připojené tabelární přílohy a četné diagramy. O některých speciálních případech ohřevu nebo ochlazování je pojednáno podrobněji.

Pro úplnost je v závěrečném odstavci naznačeno numerické řešení rovnice vedení tepla v desce vycházející z metody sítí.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. J. Cihelka

V praxi se velmi často objevují úkoly spojené s vyšetřováním nestacionárního ohřevu nebo ochlazování těles. Pokud jde o zdravotní techniku a vzduchotechniku, setkáváme se např. s potřebami určovat teploty ve zdivu vytápěných budov, s otázkami akumulace tepla a s řadou podobných úloh, dotýkajících se mimo jiné i problematiky měření teplot. Všechny používané výpočtové postupy vycházejí z řešení rovnice vedení tepla. Pokud se zabýváme tělesy jednoduchého geometrického tvaru a uvažujeme konstantní termofyzikální vlastnosti, lze se s úspěchem opírat o tzv. analytické metody řešení, známé např. z monografií [1], [2], nevyžadující nutně nasazení počítačů, zvláště nejsou-li kladeny přísné nároky na přesnost výsledků. Ve složitějších případech se jeví jako nezbytné využití numerických postupů a moderních výpočetních prostředků.

1. OBECNÝ TVAR ŘEŠENÍ ROVNICE VEDENÍ TEPLA

Průběh teploty v desce při jejím ohřevu nebo ochlazování popisuje rovnice vedení tepla

$$\frac{\partial^2 t}{\partial \xi^2} - \frac{\partial t}{\partial Fo} = F_w(\xi, Fo), \tag{1}$$

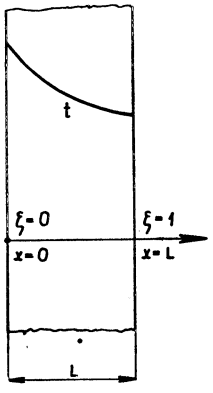
s počáteční podmínkou

$$t(\xi, 0) = f_P(\xi) \tag{2}$$

a okrajovými podmínkami

$$-l_0 \frac{\partial t}{\partial \xi} + k_0 t \,|_{\zeta=0} = g_0(Fo), \tag{3a}$$

$$l_1 \frac{\partial t}{\partial \xi} + k_1 t \,|_{\zeta=1} = g_1(Fo). \tag{3b}$$



Obr. 1. Schéma k formulaci úlohy.

Úloha je takto formulována zcela obecně a je nezbytné podat podrobnější výklad zavedených symbolů. V rovnici (1) značí t teplotu v libovolném místě desky, $\xi = \frac{x}{L}$ je bezrozměrná délková souřadnice (*obr. 1*), $Fo = \frac{a}{L^2}\tau$ je Fourierovo číslo. Označíme-li symbolem w vydatnost zdroje tepla v desce (který může záviset jak na délkové souřadnici, tak i na čase), pak

$$F_w(\xi, Fo) = -\frac{L^2}{\lambda} w(\xi L, \frac{L^2}{a} Fo).$$

Funkce f_P udává počáteční rozložení teploty v desce (tj. při $Fo = \tau = 0$). Speciální volbou koeficientů l_0, l_1, k_0, k_1 ve vztazích (3a) a (3b) obdržíme ihned tři základní typy okrajových podmínek. Uvažujme např. povrch desky při $\xi = x = 0$. Jestliže položíme $l_0 = 0$, $k_0 = 1$, vyjadřuje funkce g_0 teplotu povrchu desky (okrajová podmínka prvního druhu). Při $l_0 = \frac{\lambda}{L}$, $k_0 = 0$ dostáváme okrajovou podmínku druhého druhu, totiž kdy g_0 představuje hustotu tepelného toku na povrchu desky. Třetí okrajovou podmínku vyjádříme volbou $l_0 = \frac{\lambda}{\alpha_0 L}$, $k_0 = 1$; funkce g_0 představuje teplotu prostředí omývajícího povrch desky. Analogicky obdržíme okrajové podmínky na opačné straně desky při $\xi = 1$.

Aplikací metody konečných integrálních transformací (např. [3], [4]) lze dospět k obecnému řešení naší úlohy; průběh teploty v desce je dán vztahem (bez újmy na obecnosti lze předpokládat $k_1 \neq 0$)

$$t(\xi, Fo) = g_1(Fo) + \psi(\xi)\,[g_0(Fo) - k_0\, g_1(Fo)] + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\hat{u}_n(Fo)\, Q_n(\xi)}{\int_0^1 Q_n^2(\xi)\,\mathrm{d}\xi}, \tag{4}$$

přičemž

$$\psi(\xi) = \frac{l_1 + 1 + \xi}{l_0 + l_1 k_0 + k_0}, \tag{5}$$

$$Q_n(\xi) = \cos \mu_n \xi + \frac{B_0}{\mu_n} \sin \mu_n \xi, \qquad l_0 \neq 0, \tag{6}$$

$$\int_0^1 Q_n^2(\xi)\,\mathrm{d}\xi = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{B_0^2}{\mu_n^2} + \frac{1}{\mu_n}\left(1 - \frac{B_0^2}{\mu_n^2} + 2B_0 \frac{B_0 + B_1}{\mu_n^2 - B_0 B_1}\right) \cos \mu_n \sin \mu_n\right], \tag{7}$$

nebo

$$Q_n(\xi) = \frac{\mu_n}{B_0} \cos \mu_n \xi + \sin \mu_n \xi, \qquad k_0 \neq 0, \tag{8}$$

$$\int_0^1 Q_n^2(\xi)\,\mathrm{d}\xi = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{\mu_n^2}{B_0^2} + \frac{1}{\mu_n}\left(\frac{\mu_n^2}{B_0^2} - 1 + 2\frac{\mu_n^2}{B_0} \frac{B_0 + B_1}{\mu_n^2 - B_0 B_1}\right) \sin \mu_n \cos \mu_n\right]. \tag{9}$$

Tab. I. Některé typy integrálů ve vztazích (12) a (14)

$f(\xi)$	$\int_0^1 f(\xi) \cos \mu_n \xi \, d\xi$	$\int_0^1 f(\xi) \sin \mu_n \xi \, d\xi$
$C = \text{konst.}$	$\frac{C}{\mu_n} \sin \mu_n$	$\frac{C}{\mu_n} (1 - \cos \mu_n)$
ξ	$\frac{1}{\mu_n^2} (\cos \mu_n + \mu_n \sin \mu_n - 1)$	$\frac{1}{\mu_n^2} (\sin \mu_n - \mu_n \cos \mu_n)$
ξ^2	$\frac{2 \cos \mu_n}{\mu_n^2} + \frac{\mu_n^2 - 2}{\mu_n^3} \sin \mu_n$	$\frac{2 \sin \mu_n}{\mu_n^2} - \frac{(\mu_n^2 - 2) \cos \mu_n + 2}{\mu_n^3}$
ξ^m	$\frac{\sin \mu_n}{\mu_n} - \frac{m}{\mu_n} \int_0^1 \xi^{m-1} \sin \mu_n \xi \, d\xi$	$-\frac{\cos \mu_n}{\mu_n} + \frac{m}{\mu_n} \int_0^1 \xi^{m-1} \cos \mu_n \xi \, d\xi$
$1 - \xi$	$\frac{1}{\mu_n^2} (1 - \cos \mu_n)$	$\frac{1}{\mu_n} \left(1 - \frac{\sin \mu_n}{\mu_n}\right)$
$\exp b\xi$	$\frac{\mu_n \exp b}{\mu_n^2 + b^2} \left(\frac{b}{\mu_n} \cos \mu_n + \sin \mu_n\right) - \frac{b}{\mu_n^2 + b^2}$	$\frac{\mu_n \exp b}{\mu_n^2 + b^2} \left(\frac{b}{\mu_n} \sin \mu_n - \cos \mu_n\right) + \frac{\mu_n}{\mu_n^2 + b}$
$\sin b\xi$	$\frac{1 - \cos (b - \mu_n)}{2(b - \mu_n)} + \frac{1 - \cos (b + \mu_n)}{2(b + \mu_n)}$	$\frac{\sin (b - \mu_n)}{2(b - \mu_n)} - \frac{\sin (b + \mu_n)}{2(b + \mu_n)}$
$\cos b\xi$	$\frac{\sin (b - \mu_n)}{2(b - \mu_n)} + \frac{\sin (b + \mu_n)}{2(b + \mu_n)}$	$-\frac{1 - \cos (b - \mu_n)}{2(b - \mu_n)} + \frac{1 - \cos (b + \mu_n)}{2(b + \mu_n)}$
$\sin \mu_n \xi$	$\frac{\sin^2 \mu_n}{2\mu_n}$	$\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\mu_n} \sin \mu_n \cos \mu_n\right)$
$\cos \mu_n \xi$	$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\mu_n} \sin \mu_n \cos \mu_n\right)$	$\frac{\sin \mu_n^2}{2\mu_n}$

Čísla μ_n, $n = 1, 2, \ldots$ jsou kladnými kořeny charakteristické rovnice

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\mu(B_0 + B_1)}{\mu^2 - B_0 B_1}, \tag{10}$$

kde $B_0 = \dfrac{k_0}{l_0}$, $B_1 = \dfrac{k_1}{l_1}$. Dále

$$\hat{u}_n(Fo) = [\hat{u}_n(0) - \int_0^{Fo} \hat{F}_n(\eta) \exp \mu_n^2 \eta \, d\eta] \exp(-\mu_n^2 Fo), \tag{11}$$

$$\hat{u}_n(0) = \int_0^1 f(\xi) \, Q_n(\xi) \, d\xi, \tag{12}$$

Tab. II. Některé typy integrálů ve vztahu (11)

$f(\eta)$	$\int_0^{Fo} f(\eta) \exp \mu_n^2 \eta \, d\eta$
$C = \text{konst.}$	$\dfrac{C}{\mu_n^2} (\exp \mu_n Fo - 1)$
η	$\dfrac{1}{\mu_n^4} + \left[\dfrac{Fo}{\mu_n^2} - \dfrac{1}{\mu_n^4}\right] \exp \mu_n^2 Fo$
η^2	$-\dfrac{2}{\mu_n^6} + \left[\dfrac{Fo^2}{\mu_n^2} - \dfrac{2Fo}{\mu_n^4} + \dfrac{2}{\mu_n^6}\right] \exp \mu_n^2 Fo$
η^m	$\dfrac{Fo^m}{\mu_n^2} \exp \mu_n^2 Fo - \dfrac{m}{\mu_n^2} \int_0^{Fo} \eta^{m-1} \exp \mu_n^2 \eta \, d\eta$
$\exp A\eta$	$\dfrac{1}{A + \mu_n^2} [\exp (A + \mu_n^2) Fo - 1]$
$\sin \omega\eta$	$\dfrac{\exp \mu_n^2 Fo}{\mu_n^4 + \omega^2} (\mu_n^2 \sin \omega Fo - \omega \cos \omega Fo) + \dfrac{\omega}{\mu_n^4 + \omega^2}$
$\cos \omega\eta$	$\dfrac{\exp \mu_n^2 Fo}{\mu_n^4 + \omega^2} (\mu_n^2 \cos \omega Fo + \omega \sin \omega Fo) - \dfrac{\mu_n^2}{\mu_n^4 + \omega^2}$
$g'(\eta)$	$g(Fo) \exp \mu_n^2 Fo - g(0) - \mu_n^2 \int_0^{Fo} g(\eta) \exp \mu_n^2 \eta \, d\eta$

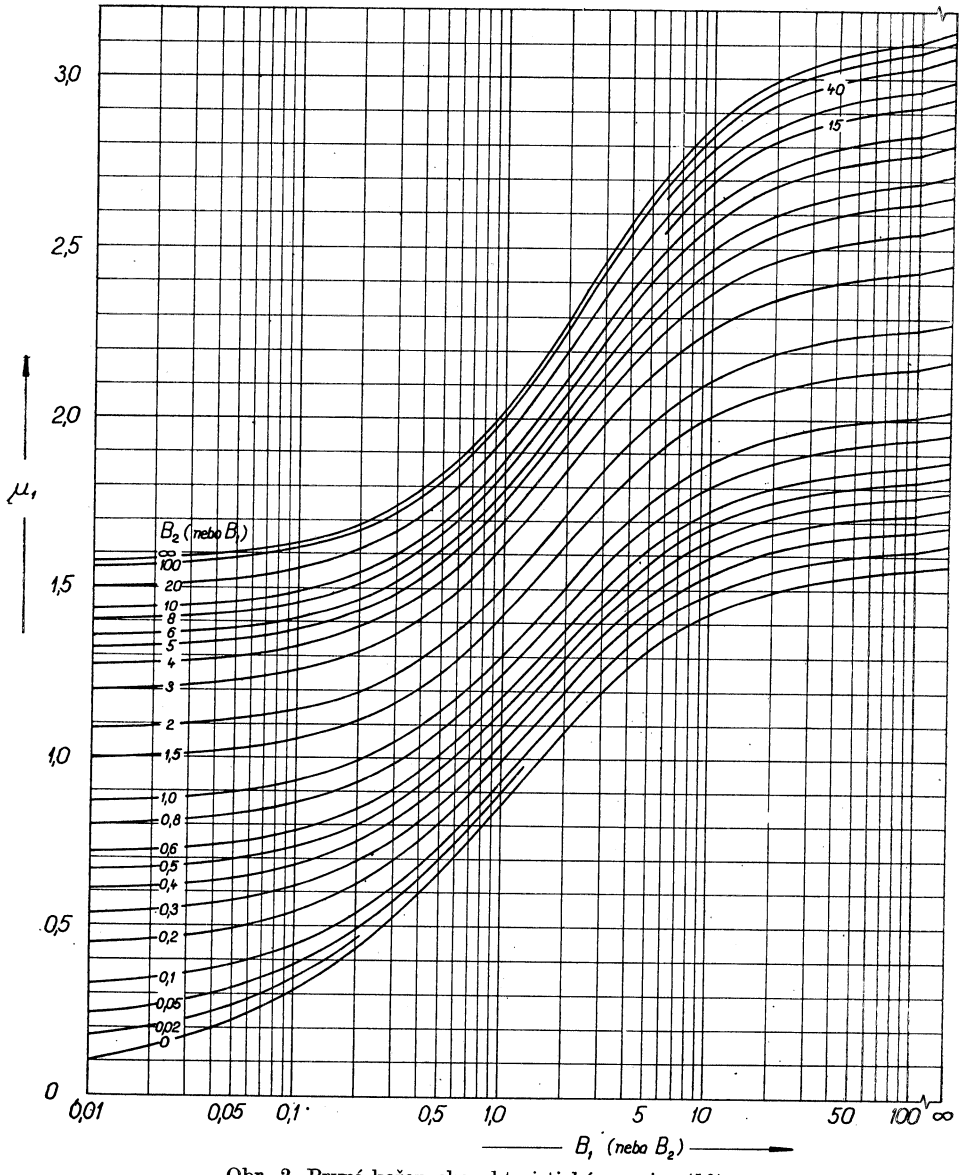
kde

$$f(\xi) = f_P(\xi) - g_1(0) - \psi(\xi)\,[g_0(0) - k_0\, g_1(0)]; \tag{13}$$

$$\hat{F}_n(\eta) = \int_0^1 F(\xi, \eta)\, Q_n(\xi)\, d\xi, \tag{14}$$

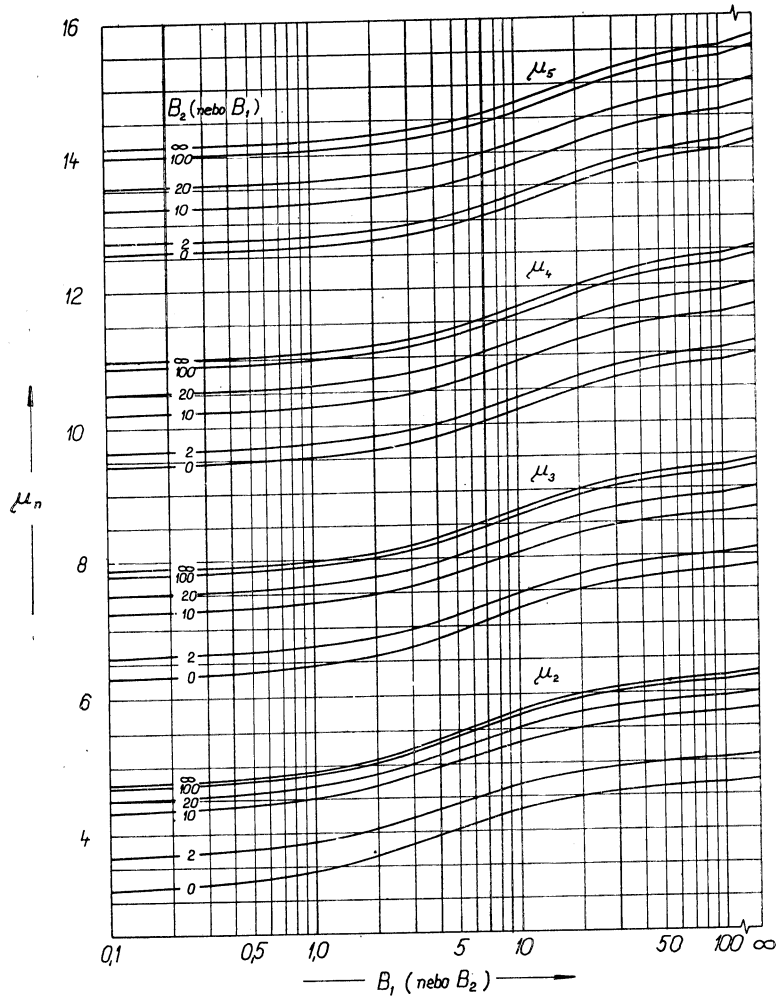
kde

$$F(\xi, \eta) = F_w(\xi, \eta) + g_1'(\eta) + \psi(\xi)\,[g_0'(\eta) - k_0\, g_1'(\eta)]. \tag{15}$$



Obr. 2. První kořen charakteristické rovnice (10).

Na první pohled se může zdát, že obecný tvar řešení (4) je pro praktické aplikace příliš složitý. Podrobnější rozbor však ukáže, že při řešení konkrétních úloh se řada předchozích výrazů zjednoduší a že k výsledkům lze dospět pouze postupným dosazováním nevyžadujícím žádných speciálních matematických znalostí. K výpočtu integrálů ve vztazích (7), (9), (11), (12) a (14) slouží *tab. I* a *tab. II*. Prvních pět kořenů rovnice (10) lze určit z diagramů na *obr. 2* a *obr. 3*. K dosažení postačující přesnosti řešení postačí většinou uvažovat pouze několik prvních členů řady na pravé straně vztahu (4). Přibližné hodnoty vyšších kořenů rovnice (10) získáme přičítáním čísla π, tzn., že $\mu_{n+1} \doteq \mu_n + \pi$. Praktické použití všech podkladů ukazuje následující příklad.



Obr. 3. Druhý, třetí, čtvrtý a pátý kořen charakteristické rovnice (10).

Příklad

Uvažujme rovinnou stěnu tloušťky L z materiálu o tepelné vodivosti λ, bez zdrojů tepla, při počáteční teplotě rovné nule. Její jedna strana (při $\xi = 0$) nechť je tepelně izolovaná, druhá (při $\xi = 1$) nechť je omývána prostředím, jehož teplota je s časem proměnná, $t_{OK} = 1 - \exp(-C\tau)$. Hodnotu součinitele přestupu tepla α_1 předpokládáme známou. Zahrneme-li tyto informace do rovnic (1) až (3), bude $F_w \equiv f_p \equiv 0$, $l_0 = \frac{\lambda}{L}$, $k_0 = 0$, $l_1 = \frac{\lambda}{\alpha_1 L}$, $k_1 = 1$, $g_0 \equiv 0$, $g_1(Fo) = 1 - \exp(-AFo)$, kde $A = \frac{CL^2}{a}$, $B_0 = 0$, $B_1 = \frac{\alpha_1 L}{\lambda}$, takže B_1 je přímo Biotovo číslo. Nyní postupně vyjádříme všechny členy na pravé straně vztahu (4). Protože $g_0 \equiv 0$, $k_0 = 0$, není nutné uvažovat ani $\psi(\xi)$. Dále

$$Q_n(\xi) = \cos \mu_n \xi \qquad \text{podle vztahu (6),}$$

$$\int_0^1 Q_n^2(\xi)\, d\xi = \frac{1}{2\mu_n}(\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n) \qquad \text{podle vztahu (7).}$$

Čísla μ_n určíme pro $B_0 = 0$ a $B_1 = Bi$ v diagramu na *obr. 2* a *3*. Podle vztahu (13) $f(\xi) = -g_1(0) = 0$, takže též $\hat{u}_n(0) = 0$. Podle vztahu (15) $F(\xi, \eta) = g_1'(\eta) = A \exp(-A\eta)$ a tedy na základě *tab. I* lze psát

$$\hat{F}_n(\eta) = A \exp(-A\eta) \int_0^1 \cos \mu_n \xi \, d\xi = A \exp(-A\eta) \frac{\sin \mu_n}{\mu_n}.$$

Vztah (11) pak dává

$$\hat{u}_n(Fo) = -\exp(-\mu_n^2 Fo) \int_0^{Fo} A \exp(-A\eta) \frac{\sin \mu_n}{\mu_n} \exp \mu_n^2 \eta \, d\eta =$$

$$= -\exp(-\mu_n^2 Fo) \frac{A}{\mu_n} \sin \mu_n \int_0^{Fo} \exp(-A\eta) \exp \mu_n^2 \eta \, d\eta =$$

$$= -\exp(-\mu_n^2 Fo) \frac{A}{\mu_n} \sin \mu_n \frac{1}{\mu_n^2 - A} [\exp(-A + \mu_n^2) Fo - 1].$$

K vyčíslení integrálu se použilo *tab. II*. Po úpravě nakonec obdržíme

$$\hat{u}_n(Fo) = -\frac{\sin \mu_n}{\mu_n} \frac{A}{\mu_n^2 - A} [\exp(-AFo) - \exp(-\mu_n^2 Fo)].$$

Po dosazení do obecného vztahu (4) dostáváme naše řešení ve tvaru

$$t(\xi, Fo) = 1 - \exp(-AFo) - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A}{\mu_n^2 - A} \frac{2 \sin \mu_n \cos \mu_n \xi}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} [\exp(-AFo) - \exp(-\mu_n^2 Fo)]. \tag{16}$$

2. STŘEDNÍ TEPLOTA DESKY

Významnou veličinou při tepelných výpočtech (např. budov) je teplo akumulované v materiálu a jeho závislost na vnějších podmínkách při vyšetřování nestacionárních teplotních režimů. K jeho stanovení postačí znát střední teploty v libovolném časovém okamžiku

$$t_{stř}(Fo) = \int_0^1 t(\xi, Fo)\, d\xi.$$

Integrací vztahu (4) obdržíme

$$t_{\text{stř}}(Fo) = g_1(Fo) + \frac{l_1 + \frac{1}{2}}{l_0 + l_1 k_0 + k_0}[g_0(Fo) - k_0\, g_1(Fo)] + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\hat{u}_n(Fo) \int_0^1 Q_n(\xi)\, d\xi}{\int_0^1 Q_n^2(\xi)\, d\xi}. \tag{17}$$

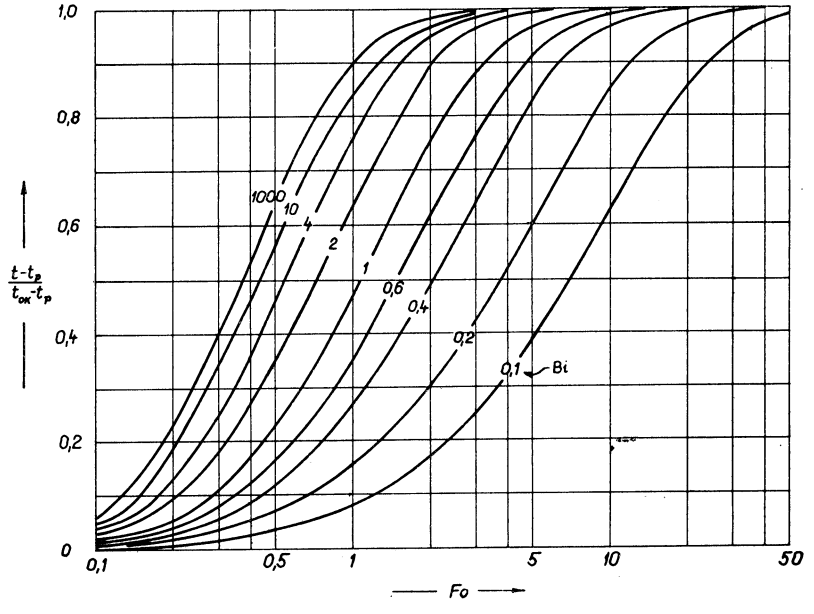
K praktickým výpočtům se opět využije závislostí (5) až (15) z odst. 1, tak jak bylo ukázáno na ilustrativním příkladu.

3. JEDNORÁZOVÝ OHŘEV

Jednou z častých úloh v technické praxi je vyšetřování jednorázového ohřevu nebo ochlazování těles. Vraťme se k příkladu v odst. 1. Nechť teplota prostředí je nyní konstantní a rovna jednotce, tj. $t_{OK} = g_1(Fo) = 1$. K nalezení řešení této úlohy zřejmě stačí vzít $A \to \infty$. Z rovnice (16) plyne

$$t(\xi, Fo) = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \sin \mu_n \cos \mu_n \xi}{\mu_n + \sin \mu_n \cos \mu_n} \exp(-\mu_n^2 Fo). \tag{18}$$

Jestliže úlohu nepatrně pozměníme a položíme $t_{OK} = \text{konst.} \neq 1$ a uvažujeme konstantní počáteční teplotu desky $t_P = t(\xi, 0) \neq 0$, pak se jeví výhodné zavedení



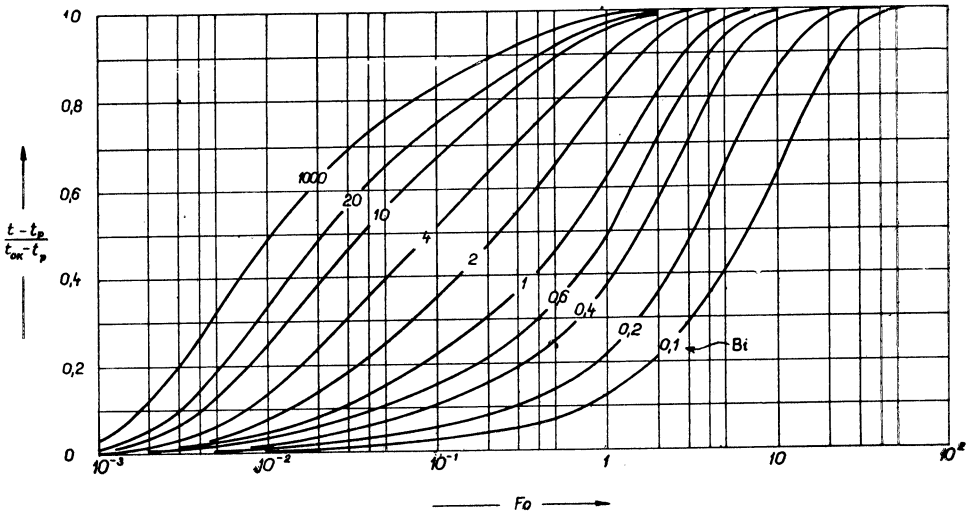
Obr. 4. Jednorázový ohřev nebo ochlazování desky ($\xi = 0$, střed desky).

bezrozměrné poměrné teploty

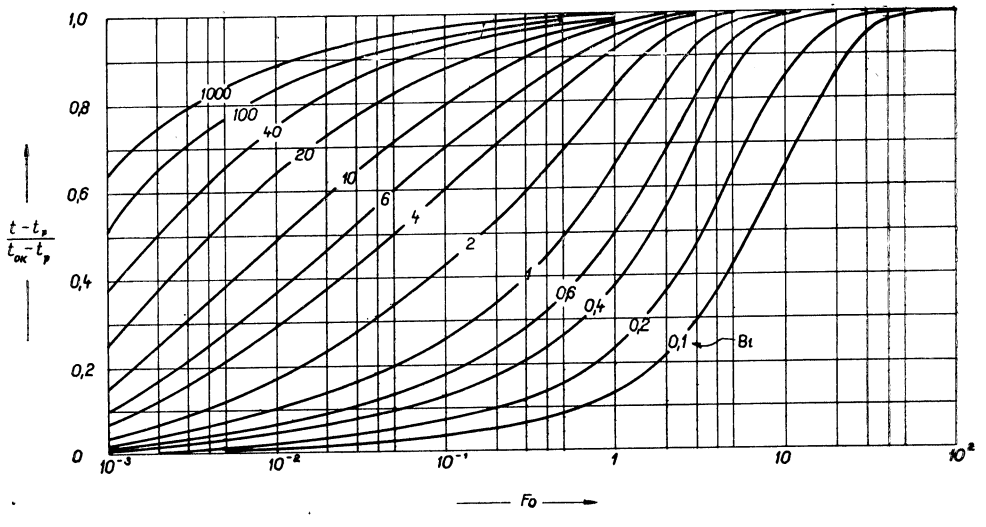
$$\Theta = \frac{t - t_P}{t_{OK} - t_P},$$

která se rovná přímo pravé straně vztahu (18).

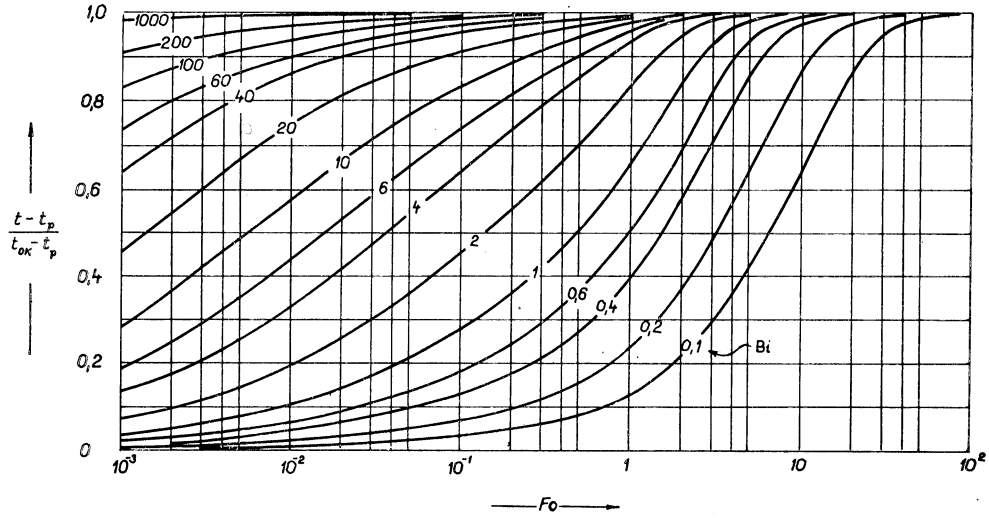
Poznamenejme, že řešený případ je ekvivalentní symetrickému oboustrannému ohřevu desky o dvojnásobné tloušťce a se středem v počátku souřadnic.



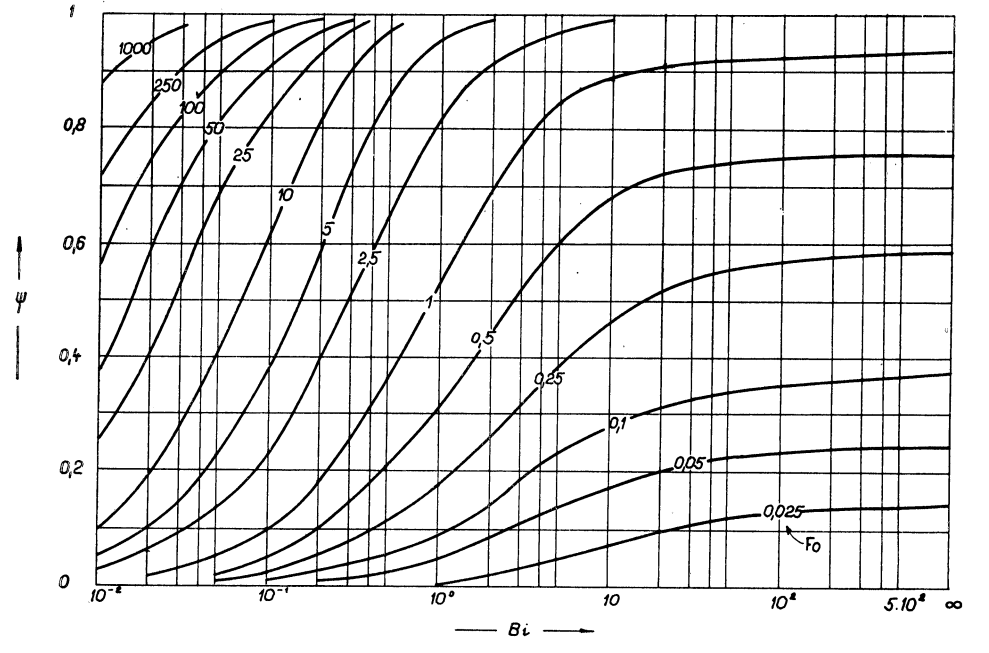
Obr. 5. Jednorázový ohřev nebo ochlazování desky ($\xi = 0{,}9$).



Obr. 6. Jednorázový ohřev nebo ochlazování desky ($\xi = 0{,}98$).



Obr. 7. Jednorázový ohřev nebo ochlazování desky ($\xi = 1$, povrch desky).



Obr. 8. Poměr Ψ tepla Q přivedeného do desky při jejím ohřevu nebo odvedeného z desky při jejím ochlazování k teplu Q_A akumulovanému v desce na konci ohřevu nebo na počátku ochlazování.

Z literatury jsou známy nomogramy závislosti $\Theta = f(Fo, Bi)$ sestrojené pro různé poměrné vzdálenosti ξ; podklady převzaté z [5] uvádějí *obr. 4, 5, 6, 7*. Množství tepla akumulovaného v desce v průběhu jejího nestacionárního ohřevu lze stanovit z *obr. 8* podle [6]. Všechny výsledky lze zřejmě využít i ke studiu jednorázového ochlazování desek. Při vyšších hodnotách Fourierova čísla postačí uvažovat pouze první člen řady (18) (tzv. regulární fáze vedení tepla). Otázky týkající se přesnosti takové aproximace jsou rozpracovány v [7]. Ukazuje se, že při $Fo \geqq 0{,}3$ chyba při aproximaci řešení prvním členem řady nepřesahuje 1 %, při $Fo \geqq 0{,}5$ jsou chyby menší než 0,1 %. Je-li $Bi < 1$ lze pracovat s prvním členem řady ještě od nižších hodnot Fo.

V počáteční fázi ohřevu nebo ochlazování se deska chová prakticky jako polonekonečné těleso. Této skutečnosti se s výhodou využívá při výpočtu teplotních průběhů v oblasti malých Fo; mezní Fourierovo číslo je přibližně určeno závislostí [5]:

$$Fo_{\max} = 0{,}007\,56 Bi^{0{,}3} + 0{,}02, \qquad 10^{-3} < Bi < 10^{3}.$$

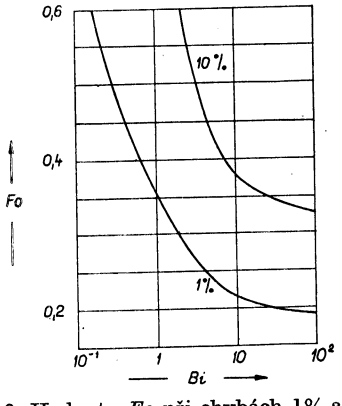
Konvektivní ohřev nebo ochlazování desky udává v prvním přiblížení vztah pro povrchovou teplotu podle [1].

$$\Theta_{st} = 1 - \operatorname{erfc} BiFo^{0{,}5} \exp Bi^2 Fo. \tag{19}$$

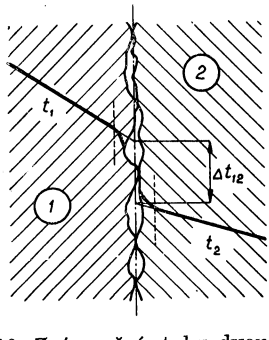
Jeho přesnost lze posoudit z *obr. 9* převzatého z [7]. Při malých hodnotách Biotova čísla se teplota desky v závislosti na prostorové souřadnici mění jen nepatrně. V takových případech postačí desku uvažovat jako dokonale vodivé těleso. Jestliže teplota okolního prostředí $t_{OK} = g(\tau)$,

$$t(\tau) = \left[t_P + \int_0^{\tau} g(\eta) \exp \frac{\alpha S}{W_M} \eta \, d\eta \right] \exp \left(- \frac{\alpha S}{W_M} \tau \right). \tag{20}$$

Aplikaci vztahu (20) lze doporučit pro $Bi < 0{,}1$, pokud funkce g nevykazuje příliš „prudké" změny ve svém průběhu. Např. při jednorázové změně teploty okolí a při $Bi = 0{,}1$ souhlasí vztah (20) s přesným řešením až při $Fo = 10$. Jestliže naopak $Bi \geqq 1\,000$, je teplota povrchu desky prakticky shodná s teplotou okolního prostředí a stačí při řešení uvažovat jednodušší okrajovou podmínku prvního druhu.



Obr 9. Hodnoty Fo při chybách 1% a 10% vztahu (36) v závislosti na Biotově čísle.



Obr. 10. Znázornění styku dvou vrstev složené desky.

4. NĚKOLIK POZNÁMEK K VÍCEVRSTVOVÝM DESKÁM

Při vyšetřování vedení tepla v deskách tvořených paralelními vrstvami s rozdílnými termofyzikálními vlastnostmi je nezbytné posouzení kvality kontaktů a stanovení společných okrajových podmínek (*obr. 10*). Nedokonalost styku charakterizuje teplotní rozdíl Δt_{12} mezi skutečnou teplotou stěn obou vrstev. V těsné blízkosti roviny dotyku může dojít i při stacionárním režimu k lokální deviaci teploty (Jacqův efekt, [8]). Spolehlivější obecné podklady ke stanovení velikosti Δt_{12} nejsou zatím k dispozici, dílčí informace jsou obsaženy např. v [5]. Okrajová podmínka se formuluje pomocí vztahů

$$-\lambda_1 \frac{\partial t_{v1}}{\partial x} = -\lambda_2 \frac{\partial t_{v2}}{\partial x}, \qquad t_{v1} = t_{v2} + \Delta t_{12}.$$

Analytické řešení vedení tepla ve vícevrstvových deskách je dosti pracné a podrobnější výklad by přesáhl rámec předložené práce. Omezíme se pouze na některé zvláštní případy.

Často se stává, že povrch desky je pokryt tenkou vrstvičkou tloušťky δ_v materiálu o malé tepelné vodivosti λ_v. Pak lze zanedbat její tepelnou kapacitu a redukovat součinitele přestupu tepla:

$$\alpha_r = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_v}{\lambda_v}}.$$

Jestliže deska je složena ze dvou vrstev — vrstva 1 je ve styku s okolím o teplotě t_{OK}, vrstva 2 je na odlehlé straně tepelně izolována — pak druhou vrstvu lze považovat za dokonale vodivou když

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \frac{L_1}{L_2} \geqq 100.$$

V případě, že

$$n = \frac{\varrho_2 c_2 L_2}{\varrho_1 c_1 L_1} \geqq 1, \qquad Bi_1 \geqq 10,$$

je teplota vodivější vrstvy dána přibližně vztahem

$$\frac{t_2 - t_P}{t_{OK} - t_P} = 1 - \exp\left[- \frac{Fo_1}{\left(n + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{Bi_1} + 1\right)} \right]$$

pro absolutní hodnotu argumentu exponenciály $\leqq 1{,}5$. Naopak, je-li vrstva s velkou tepelnou vodivostí předřazena, respektujeme tuto skutečnost při výpočtu průběhů teplot v druhé méně vodivé vrstvě modifikovanou okrajovou podmínkou, např. ve tvaru

$$-l \frac{\partial t_2}{\partial x} + k t_2 \Big|_{styk.} = g(\tau) - \frac{W_v}{\alpha} \frac{dt_1}{d\tau},$$

kde g představuje teplotu okolí omývajícího vodivou desku. Na odlehlé straně méně vodivé vrstvy zadáme okrajovou podmínku podle konkrétní povahy případu. K řešení úloh tohoto typu se s výhodou aplikuje Laplaceova transformace.

5. NUMERICKÉ ŘEŠENÍ VEDENÍ TEPLA V DESCE

Jestliže analytické řešení rovnice vedení tepla buďto vede k příliš komplikovaným závislostem nebo je vůbec neschůdné, volíme numerický postup výpočtu rozložení teplot v desce. Bude to mimo jiné zejména tehdy, kdy koeficienty v rovnici a v okrajových podmínkách uvažujeme závislé na teplotě. Jako jeden z efektivních postupů k tomuto účelu se jeví metoda sítí, jejíž obecné rozpracování pro rovnice parabolického typu je provedeno v [9]. Naznačíme řešení následující úlohy:

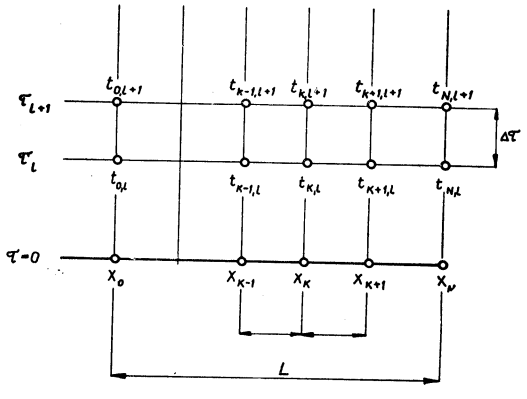
$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\lambda(x,\tau)\frac{\partial t}{\partial x}\right] - \varrho(x,\tau)\,c(x,\tau)\frac{\partial t}{\partial \tau} = -w(x,\tau), \tag{21}$$

$$t(x,0) = f(x), \tag{22}$$

$$-\lambda(x_0,\tau)\frac{\partial t}{\partial x}\bigg|_{x=x_0} = \alpha_0(\tau)\,[g_0(\tau) - t(x_0,\tau)], \tag{23}$$

$$\lambda(L,\tau)\frac{\partial t}{\partial x}\bigg|_{x=L} = \alpha_L(\tau)\,[g_L(\tau) - t(L,\tau)]. \tag{24}$$

Řešení hledáme v oboru $x_0 \leqq x \leqq L$, $\tau > 0$. Termofyzikální vlastnosti a zdroj tepla předpokládáme prozatím jako funkce souřadnice a času. Zvolíme dělení $x_0, x_1, \ldots, x_N$ intervalu $\langle x_0, L\rangle$ tak, že $x_k - x_{k-1} = h$, $k = 1, 2, \ldots, N$, $x_N = L$. Krok $\Delta\tau$ na časové ose ponecháme konstantní, nechť $\tau_1 = l\,\Delta\tau$. Zvolená síť je znázorněna na *obr. 11.* Označíme $t(x_k, \tau_1) = t_{k,1}$, $w(x_k, \tau_1) = w_{k,1}$ atd., takže např. $\lambda_{k+\frac{1}{2},1} =$



Obr. 11. Pomocné schéma k metodě sítí.

$= \lambda(x_k + \frac{h}{2}, \tau_1)$. Princip metody spočívá v tom, že v každém uzlovém bodě sítě zapíšeme rovnici vedení tepla v diferenčním tvaru (v krajních bodech intervalu $\langle x_0, L\rangle$ využijeme okrajových podmínek). Vznikne soustava algebraických rovnic, jejíž řešení dává teploty v uzlových bodech určitého časového řádku v závislosti na výsledcích známých z předchozího kroku. Parciální derivace podle x aproximujeme takto:

1. *Vnitřní uzly:*

$$\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)\right]_{k,1} \approx \frac{\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{k+\frac{1}{2},1} - \left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{k-\frac{1}{2},1}}{h} \approx$$

$$\approx \frac{1}{h}\left(\lambda_{k+\frac{1}{2},1}\frac{t_{k+1,1}-t_{k,1}}{h} - \lambda_{k-\frac{1}{2},1}\frac{t_{k,1}-t_{k-1,1}}{h}\right) =$$

$$= \frac{1}{h^2}\left[\lambda_{k-\frac{1}{2},1}t_{k-1,1} - (\lambda_{k-\frac{1}{2},1} + \lambda_{k+\frac{1}{2},1})\,t_{k,1} + \lambda_{k+\frac{1}{2},1}t_{k+1,1}\right]; \tag{25}$$

2. *Levý krajní bod:*

$$\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)\right]_{0,1} \approx \frac{2}{h}\left[\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{\frac{1}{2},1} - \left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{0,1}\right] \approx$$

$$\approx \frac{2}{h^2}\lambda_{\frac{1}{2},1}(t_{1,1} - t_{0,1}) - \frac{2}{h}\lambda_{0,1}\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{0,1};$$

z okrajové podmínky (23) však plyne

$$-\lambda_{0,1}\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_{0,1} = \alpha_{0,1}\,g_{0,1} - \alpha_{0,1}t_{0,1},$$

takže

$$\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)\right]_{0,1} \approx \frac{2}{h^2}\lambda_{\frac{1}{2},1}(t_{1,1} - t_{0,1}) - \frac{2}{h}\alpha_{0,1}t_{0,1} + \frac{2}{h}\alpha_{0,1}\,g_{0,1}; \tag{26}$$

3. *Pravý krajní bod:*

$$\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial t}{\partial x}\right)\right]_{N,1} \approx -\frac{2}{h^2}\lambda_{N-\frac{1}{2},1}(t_{N,1} - t_{N-1,1}) - \frac{2}{h}\alpha_{L,1}t_{N,1} + \frac{2}{h}\alpha_{L,1}\,g_{L,1}. \tag{27}$$

Parciální derivace podle času má přibližné vyjádření

$$\left(\frac{\partial t}{\partial \tau}\right)_{k,1} \approx \frac{1}{\Delta\tau}\,(t_{k,1+1} - t_{k,1}). \tag{28}$$

Nahradíme-li derivace v rovnici (21) výrazy (25) až (28), obdržíme celkem $N + 1$ vztahů, přičemž z každého z nich lze přímo vypočítat jednu hodnotu $t_{k,1+1}$. K vyhodnocení prvního časového řádku ($l = 1$) využijeme počáteční podmínku (22) ve tvaru $t_{k,0} = f(x_k)$, $k = 0, 1, \ldots, N$. Naznačený postup se nazývá explicitní metodou.

Jiná varianta (tzv. implicitní metoda) spočívá v tom, že např. derivace podle vztahů (25) až (27) vyjádříme pro $l + 1$-tý časový řádek (namísto l píšeme všude přímo $l + 1$). Takto upravené výrazy spolu s nezměněným vztahem (28) dosadíme do rovnice (21). Obdržíme soustavu $N + 1$ algebraických rovnic, avšak, oproti předchozímu postupu, získání veličin $t_{k,1+1}$, $k = 0, 1, \ldots, N$ si vyžaduje rozřešení této soustavy.

Ukážeme jeden způsob, jak lze respektovat teplotní závislost termofyzikálních vlastností, součinitele přestupu tepla a zdrojové funkce. Známe-li rozložení teploty

v l-tém časovém řádku jakožto funkci x, τ, lze snadno výše zmíněné členy vyjádřit složenou funkcí, např.:

$$\lambda(t_{k,1}) = \lambda[t(x_k, \tau_1)].$$

U explicitiní metody nevyvstanou žádné obtíže. U implicitní metody bychom měli pracovat s veličinami $\lambda(x_k, \tau_{1+1})$, $\varrho(x_k, \tau_{1+1})$, $w(x_k, \tau_{1+1})$, ..., ale teplotu v $l + 1$-tém řádku předem neznáme. Uchylujeme se proto k tomu, že všechny proměnné veličiny vyhodnotíme na základě informací z bezprostředně předcházejícího kroku. Nepatrné „zpoždění" nebude ve většině případů nikterak na závadu.

Vhodným spojením obou zmíněných postupů vzniká obecnější „šestibodová" metoda, pro niž výchozí soustava rovnic má tvar

$$[1 + 2(1 - \beta)(A_{\frac{1}{2},1} + a_{0,1})]\, t_{0,1+1} - 2(1 - \beta) A_{\frac{1}{2},1} t_{1,1+1} =$$
$$= [1 - 2\beta(A_{\frac{1}{2},1} + a_{0,1})]\, t_{0,1} + 2\beta A_{\frac{1}{2},1} t_{1,1} + 2a_{0,1} g_{0,1} + W_{0,1},$$
$$-(1 - \beta) A_{k-\frac{1}{2},1} t_{k-1,1+1} + [1 + (1 - \beta)(A_{k-\frac{1}{2},1} + A_{k+\frac{1}{2},1})]\, t_{k,1+1} -$$
$$- (1 - \beta) A_{k+\frac{1}{2},1} t_{k+1,1+1} = \beta A_{k-\frac{1}{2},1} t_{k-1,1} + [1 - \beta(A_{k-\frac{1}{2},1} + A_{k+\frac{1}{2},1})]\, t_{k,1} +$$
$$+ \beta A_{k+\frac{1}{2},1} t_{k+1,1} + W_{k,1},$$
$$\text{(pro } k = 1, 2, \ldots, N - 1)$$
$$-2(1 - \beta) A_{N-\frac{1}{2},1} t_{N-1,1+1} + [1 + 2(1 - \beta)(A_{N-\frac{1}{2},1} + a_{N,1})]\, t_{N,1+1} =$$
$$= 2\beta A_{N-\frac{1}{2},1} t_{N-1,1} + [1 - 2\beta(A_{N-\frac{1}{2},1} + a_{N,1})]\, t_{N,1} + 2a_{N,1} g_{L,1} + W_{N,1}.$$

Zde značí:

$$A_{k-\frac{1}{2},1} = \frac{\lambda_{k-\frac{1}{2},1}}{\varrho_{k,1} c_{k,1}} \frac{\Delta\tau}{h^2}, \qquad k = 1, 2, \ldots, N,$$

$$A_{k+\frac{1}{2},1} = \frac{\lambda_{k+\frac{1}{2},1}}{\varrho_{k,1} c_{k,1}} \frac{\Delta\tau}{h^2}, \qquad k = 0, 1, \ldots, N - 1,$$

$$a_{0,1} = \frac{\alpha_{0,1}}{\varrho_{0,1} c_{0,1}} \frac{\Delta\tau}{h}, \qquad a_{N,1} = \frac{\alpha_{L,1}}{\varrho_{N,1} c_{N,1}} \frac{\Delta\tau}{h},$$

$$W_{k,1} = \frac{w_{k,1}}{\varrho_{k,1} c_{k,1}} \Delta\tau, \qquad k = 0, 1, \ldots, N.$$

Obecně lze uvažovat $\beta \in \langle 0, 1\rangle$; vezmeme-li $\beta = 1$, vede systém rovnic k explicitní metodě, $\beta = 0$ charakterizuje implicitní metodu. Crankova—Nicholsonova metoda je založena na volbě $\beta = 0{,}5$.

Na první pohled by se zdálo, že nejvhodnější bude explicitní metoda, nevyžadující řešení soustavy rovnic. Výhody explicitní metody do jisté míry znehodnocuje omezení velikosti časového kroku; k zabezpečení stability výpočtů je nutné respektovat podmínku

$$\Delta\tau \leqq \frac{(\varrho c)_{\min}}{2(\lambda_{\max} + \alpha_{\max} h)} h^2,$$

která jinak splněna být nemusí. Vzhledem k tomu, že matice výše uvedené obecné soustavy rovnic je třídiagonální, vykazuje implicitní nebo Crankova—Nicholsonova

metoda většinou menší celkovou spotřebu strojového času než explicitní metoda k dosažení výsledků stejného stupně přesnosti.

LITERATURA

[1] *Lykov, A. V.:* Teorija teploprovodnosti. Vyššaja škola, vyd. 3., Moskva 1967.
[2] *Carslaw, H. S., Jaeger, J. C.:* Conduction of Heat in Solids. Oxf. Univ. Press, 2d Ed., London 1959.
[3] *Hlavačka, V., Krátký, J.:* Sdílení tepla a přenos hmoty. Vedení tepla. Strojírenství, 22, č. 3, příloha (1972).
[4] *Košljakov, N. C., Gliner, Z. B., Smirnov, M. M.:* Osnovnyje differencialnyje uravněnija matematičeskoj fiziki. GIFML, Moskva 1962.
[5] *Rohsenow, W. M., Hartnett, J. P.:* Handbook of Heat Transfer. McGraw-Hill, New York 1973.
[6] VDI-Wärmeatlas, Blatt Ed 3. VDI-Verlag, Düsseldorf 1956.
[7] *Pechoč, V., Kanitra, E.:* Näherungslösungen des Temperaturausgleichs in einfachen Körpern. Forsch. Ing.-Wes., 39, č. 2 (1973).
[8] *Kaiser, L.:* Essai d'une theorie electronique de l'effect Jacq. Rev. gen. de thermique, 1, 5, 21—40 (1962).
[9] *Babuška, I., Práger, M., Vitásek, E.:* Numerical Processes in Differential Equations. SNTL, Praha 1966.

ZÁKLADNÍ OZNAČENÍ

$a = \frac{\lambda}{\varrho c}$ součinitel teplotní vodivosti [$m^2 s^{-1}$],
$Bi = \frac{\alpha L}{\lambda}$ Biotovo číslo,
c měrné teplo [$J kg^{-1} K^{-1}$],
$Fo = \frac{a}{L^2}\tau$ Fourierovo číslo,
L tloušťka desky [m],
Q tepelný tok [W],
q hustota tepelného toku [$W m^{-2}$],
S teplosměnný povrch [m^2],
t teplota [K] [°C],
W tepelná kapacita [$J K^{-1}$],
w vydatnost zdroje tepla [$W m^{-3}$],
x délková souřadnice [m],
α součinitel přestupu tepla [$W m^{-2} K^{-1}$],
δ tloušťka isolační vrstvy [m],
λ tepelná vodivost [$W m^{-1} K^{-1}$],
$\xi = \frac{x}{L}$ bezrozměrná délková souřadnice,
ϱ měrná hmotnost [$kg m^{-3}$],
τ čas [s].

Indexy

A týká se akumulovaného tepla,
M týká se materiálu desky,
OK okolní prostředí,
P počáteční,
st týká se stěny, povrchu desky,
v týká se předřazené vrstvy,
w týká se zdroje tepla.

ПРАКТИЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ТЕМПЕРАТУР ВПЛАСТИНАХ

Инж. В. Главачка, к.т.н.

Статья показывает метод решения нестационарной одномерной задачи теплопроводности в изотропных бесконечных пластинах. Метод основан на конечных интегральных преобразованиях, которые предоставляют возможность освоения очень широкой области заданий и которые ведут к относительно простым и довольно общим результирующим зависимостям. Применение этого метода из математической точки зрения нетребовательное и ее облегчают таблицы и диаграммы в приложениях. Некоторые специальные случаи нагрева или охлаждения описываются подробно.

PRACTICAL PROCEDURES FOR ASCERTAINING UNSTEADY TEMPERATURE DISTRIBUTION IN PLATES

Ing. Vojtěch Hlavačka, CSc.

The purpose of the paper is to show a method for solving an unsteady one-dimensional heat-conduction in an infinite isotropic plate. The method is based on finite integral transforms valid for numerous problems and giving relatively simple and rather general results. Their application, having no great demands on mathematics, is simplified by added tables and graphs. The paper discusses with some details a few special cases of warming or cooling.

PRAKTISCHES VERFAHREN ZUR FESTSTELLUNG NICHTSTATIONÄRER TEMPERATURVERLÄUFE IN PLATTEN

Ing. Vojtěch Hlavačka, CSc.

Der Ziel des Artikels ist eine Methode vorzulegen, die ermöglicht bei Berechnungen der nichstationären eindimensionalen Wärmeleitung in einer unendlichen isotropen Platte einen breiten Problemumfang zu beherrschen und zu relativ einfachen und ziemlich allgemeinen Endresultaten zu kommen. Die Methode arbeitet mit endlichen Integraltransformationen, ist mathematisch nicht anspruchsvoll und ist durch beigefügte Tabellen und Diagramme sehr vereinfacht. Einige Specialfälle der Erwärmung und der Kühlung sind detailiert behandelt worden.

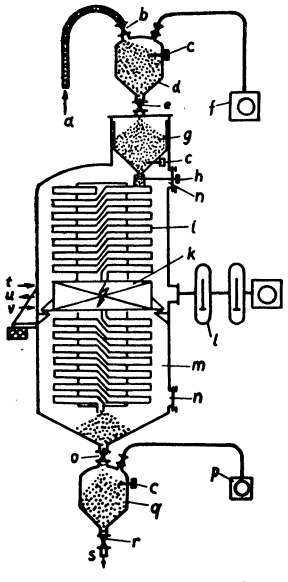
PROCÉDÉ PRATIQUE POUR DÉTERMINER LES CHAMPS DE CHALEUR EN RÉGIME VARIABLE DANS DES PLAQUES INFINIES

Ing. Vojtěch Hlavačka, CSc.

On montre une méthode de solution de la conduction unidimensionnelle de la chaleur en régime variable basée sur des transformations finies intégrales, aplicable aux nombreux problèmes et conduisant aux résultats simples et assez généraux. Son application est sans prétentions au point de vue mathématique grâce aux tables numériques et graphiques adjointes. On décrit en détail quelques cas spéciaux de réchauffage et de refroidissement.

● Vakuová sušárna umělých hmot

V praxi se často vyskytují případy, kdy umělá hmota nesmí být před dalším zpracováním ve styku se vzduchem, vlhkostí nebo různými těkavými látkami a musí být vysušena. Protože se jedná o materiály ve formě prášku, granulátu nebo větších částic různých tvarů je nejvýhodnější použít k sušení kontinuelní sušárny s dostatečně krátkou dobou sušeník. K tomuto účelu vyvinula fa Leybold-Heraeus GmbH, Köln, NSR vakuovou kaskádovou sušárnu. Princip práce sušárny je patrný z *obr. 1.* K dopravě materiálu sušárnou



Obr. 1. Vakuová kaskádová sušárna sypkých umělých hmot; a) přívod vlhkého materiálu, b) plnící uzávěr, c) sonda pro měření naplnění zásobníku, d) zásobník vlhkého materiálu, e) vakuový ventil, f) vývěva zásobníku, g) vnitřní zásobník, h) regulátor výšky vrstvy, e) vytápěná kaskádová sušárna, k) vibrační zařízení, l) hlavní vývěva, m) komora sušárny, n) pozorovací okénko, o) vakuový ventil, p) vývěva, q) zásobník vysušeného materiálu, r) vypouštěcí uzávěr, s) obvod suchého materiálu, t) hlavní vstup topné páry, u) obvod kondensátu, v) přívod elektrického proudu.

se používá elektromagnetického vibračního zařízení. Změnou amplitudy vibračního zařízení se mění dopravní rychlost materiálu sušárnou. Dle názoru výrobce má toto zařízení např. proti vakuové sušárně s kývavým pohybem následující výhody:

a) Velkou topnou plochu v malém prostoru a tenkou vrstvu sušeného materiálu, což vede k značnému zkrácení doby sušení.

b) Dovoluje nastavit teplotní režim během průchodu materiálu sušárnou, protože každý stupeň sušárny má samostatný přívod topného média. Možnost nastavení optimálního teplotního režimu zaručuje šetrné sušení materiálu, což vede k jeho vysoké kvalitě.

Křížek

● Vlivy relativní vlhkosti vzduchu na pocit pohody

Při úvahách o vlivu relativní vlhkosti na pohodu člověka se často zapomíná, že je třeba rozlišovat mezi dvěma zcela odlišnými faktory: vlivem na tepelnou pohodu a vlivem na zdraví.

Tepelné vlivy působí na tepelnou rovnováhu člověka. Čím větší je vlhkost okolního vzduchu, tím menší je rozdíl tlaků vodní páry, který je k dispozici pro odvod latentního tepla. Podle současných vědeckých názorů projeví se toto, pokud se týče pocitu pohody, teprve za extrémních stavů. V klimatizované místnosti se pocit tepelné pohody nijak zvlášť nepříjemně neprojeví, je-li relativní vlhkost vzduchu 20 % nebo 65 % nebo někde mezi tím.

Jinak je tomu však, uvažujeme-li vliv na zdraví. Zde mají nízké relativní vlhkosti nepříznivý účinek na horní cesty dýchací. To může vést k hromadnému onemocnění, jak prokázal Granjean a jiní.

Je bezpodmínečně nutné při úvahách a diskusích o vlivu relativní vlhkosti na člověka oba vlivy důsledně od sebe odlišovat.

Že nízké relativní vlhkosti umožňují též statické náboje stěn, dveří a vnitřního vybavení místností je jasné. Pokud pak vybití postihne člověka při dotyku, je to jistě přinejmenším nepříjemné, neboť škodlivost na zdraví tohoto nebyla dosud prokázána.

Důležitá je i jiná věc. Relativní vlhkost je poměrná veličina, která nemusí za všech podmínek dát správný názor. Dílčí tlak vodní páry ve vzduchu dá v takových případech lepší názor, přitom jej však nemůžeme považovat za jedinou rozhodující veličinu.

Za určitých podmínek nelze současně opominout teplotu vzduchu. Příklad: V zimě je dílčí tlak vodní páry ve venkovním vzduchu velmi nízký při relativní vlhkosti blížící 100 %. Studený venkovní vzduch přitom silně ochlazuje horní dýchací cesty. Teplý vzduch, vystupující z plic je téměř nasycený vlhkostí. V ústní dutině a nose se pak latentní teplo vzduchu z plic uvolňuje za kondenzace vodní páry, jak tvrdí hygienikové a tím i přes velmi nízký vodní obsah venkovního vzduchu nedochází k vysušování sliznic.

K+Ki 4/74 (*Ku*)

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA 536.24
ROČNÍK 19 (1976) ČÍSLO 2 621.565.94

CHARAKTERISTICKÝ ROZMĚR PRO STANOVENÍ PŘESTUPU TEPLA U ŽEBROVANÝCH VÝMĚNÍKŮ

ING. JOSEF OLEHLA, CSc.
Vysoká škola strojní a textilní, Liberec

V článku je podán přehled nejdůležitějších a nejčastěji užívaných charakteristických rozměrů trubkových žebrovaných výměníků. Z potenciální funkce pro obtékání válce a kruhového žebra je odvozen nový charakteristický rozměr.

Na základě vlastních a cizích měření jsou určeny rozptyly Nusseltových čísel pro různé charakteristické rozměry.

Recenzoval: Doc. Ing. J. Chyský, CSc.

Přes značné uplatnění žebrovaných výměníků se dosud nepodařilo najít obecné vztahy, které by projektantům umožňovaly určit dostatečně přesně výkon navrhovaných žebrovaných výměníků.

Zatímco u jednoduchých těles je možno poměry při obtékání dostatečně přesně určit, je toto u žebrovaných ploch možné jen částečně. Hlavní potíže jsou především v komplikovaném geometrickém tvaru žebrovaných trubek.

Při obtékání žebrované plochy, vzhledem ke geometrickému tvaru jednotlivých elementů a uspořádání trubek se mohou vyskytovat všechny druhy proudění, přičemž existenci laminárního, přechodného a turbulentního proudění není možno předem jednoznačně určit. Kromě toho závisí výkon výměníku na stupni turbulence vstupujícího vzduchu, ovlivněného zejména způsobem přívodu vzduchu k výměníku.

Z uvedeného je patrno, že teoretické řešení přestupu tepla na žebrovaných plochách, při respektování všech vlivů působících na výkon výměníku není možné a při řešení jsme odkázáni na experimentální měření, která jsou ztížena velkým počtem proměnných veličin. Z tohoto důvodu jsou experimentální měření prováděna většinou jen za určitých vybraných podmínek, což také značně ztěžuje srovnání výsledků experimentů různých autorů a jejich výsledky nejsou proto ani při použití podobnostních čísel obecně platné.

Do podobnostních čísel je dosazován charakteristický rozměr, jehož hodnota by měla zahrnovat geometrické odlišnosti žebrovaných výměníků. Vzhledem k různým formám žeber a tím nesplněné geometrické podobnosti je snaha srovnávat obtékání žeber:

a) s obtékáním jednoduchých těles a případné odchylky korigovat pomocí jednoho nebo více dodatečně zvolených parametrů;
b) obtékání žebrované trubky převést na průtok kanálem;
c) na základě měření stanovit empirické vztahy pro určení charakteristického rozměru.

Z příčně obtékaného válce vychází [1], [2], [3], [4], [5] ve spojení s rychlostí v nejužším průřezu, při čemž [6], [7], [8], [9] navrhují různé korekce.

Schmidt [6], [7] navrhuje korekci poměrem ploch

$$d_A = d\frac{A_L}{A_T}, \tag{1}$$

kde jsou d — vnější průměr trubky;
A_T — plocha nežebrované trubky;
A_L — celková plocha pro výměnu tepla.

Goetz [8] vyjadřuje vliv zvětšující se plochy žeber pro různé rozsahy plochy žeber pomocí proměnných konstant a exponentů, *Kutateladze* [9] provádí korekci pomocí relativních vzdáleností a výšek žeber.

Jako průtok kanálem vyjadřují obtékání žebrovaných trubek např. *Schmidt* [6], [7] a *Kays—London* [10]. *Schmidt* vychází z definice rovnocenného průměru v kanále s konstantním průřezem. Protože u svazku žebrovaných trubek se průřez kanálu periodicky mění, zavádí pojem „objemový průměr"

$$d_v = \frac{4V}{A_L}, \tag{2}$$

kde jsou V — celkový objem výměníku;
A_L — celková plocha pro výměnu tepla.

Pro výměník se žebrovanými trubkami obdržíme ze vztahu (2)

$$d_v = d\left[\frac{4}{\pi}\cdot\frac{s_a}{d}\cdot\frac{s_1}{d} - 1\right]\frac{A_T}{A_L}. \tag{2a}$$

Jako charakteristická rychlost je zvolena rychlost v nejužším průřezu.

Kays—London definují charakteristický rozměr následujícím vztahem ve spojení s rychlostí v nejužším průřezu:

$$d_{K-L} = \frac{4A_e.L}{A_L^1.n_g}. \tag{3}$$

kde jsou A_e — nejužší průřez;
L — protékaná délka; ($L = n_1.s_1$); n_1 — počet řad; s_1 — vzdálenost řad;
$A_L^1.n_g$ — celková obtékaná plocha žebrovaných trubek v jedné řadě.

Čistě empirické vztahy pro určení charakteristického rozměru navrhují *Jameson* [11] a *Harisson* [12].

Jameson navrhuje vztah (4) ve spojení s rychlostí ve volném průřezu

$$d_{JA} = \frac{2A_L}{\pi U_P}, \tag{4}$$

kde je U_P — délka žeber a trubky v podélném řezu.

Harisson vyjadřuje charakteristický rozměr ve tvaru

$$d_H = \frac{A_K^1.d + A_R^1\sqrt{\frac{A_R^1}{2.n_R}}}{A_K^1 + A_R^1}, \tag{5}$$

kde jsou A_K^1 — plocha základní trubky jedné žebrované trubky;
A_R^1 — plocha žeber jedné žebrované trubky;
n_R — počet žeber jedné žebrované trubky;

pro rychlost v nejužším průřezu.

Z charakteristického rozměru podle *Harissona* vychází *Vampola* [13], koriguje jej však přídavnými, experimentálně získanými faktory, zachycujícími vliv geometrických rozměrů a uspořádání.

Zcela odlišný způsob navrhuje *Krischer* [14], [15], který zavádí střední obtékanou délku pro libovolné tvary těles. Pro určení Reynoldsova čísla zavádí střední rychlost pro volný a nejužší průřez. Při použití této metody pro žebrované trubky dostáváme:

Pro žebrované trubky s kruhovými žebry

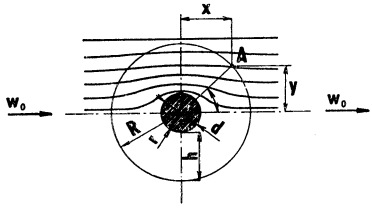
$$l'_{\mathrm{m}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{d^2 + h^2}\,. \tag{6}$$

Pro žebrované trubky se spirálními žebry

$$l_{\mathrm{m}} = \frac{\pi}{2}(d + h)\,. \tag{7}$$

Návrh nového charakteristického rozměru podobnostních čísel

Pozorujeme-li výraz pro Reynoldsovo číslo, vidíme, že čitatel má stejnou stavbu jako potenciální funkce Φ potenciálního proudění. Nabízí se nám tedy myšlenka, vyjádřit rychlostní pole při obtékání těles pomocí potenciálního proudění. Ve skutečnosti platí potenciální proudění pro příčně obtékanou trubku jen k bodu odtržení, přičemž předpokládáme, že mezní vrstva zůstane relativně malá. Naměřené hodnoty součinitelů přestupu tepla při vyšších Reynoldsových číslech však ukazují, že intenzita přestupu tepla v úseku odtrženého proudění je přibližně stejná jako v úseku před odtržením. Tím je možno, aniž bychom se dopustili větší chyby, rozšířit výpočet i na tento druhý úsek. Vzniklé nepřesnosti jsou vyváženy výhodou, že pohyb částeček po křivce, jakož i měnící se rychlost, jsou zachyceny společně v součinu rychlosti a dráhy [16].



Obr. 1.

Potenciální funkci pro obtékání válce je možno vyjádřit v polárních souřadnicích vztahem:

$$\Phi = w_0 . R . \cos\varphi \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right). \tag{8}$$

Vzhledem k tomu, že tento vztah vyhovuje Laplaceově rovnici $\Delta\Phi = 0$ platí také pro svislou osu symetrie

$$\Phi_0 = \Phi\left(R, \frac{\pi}{2}\right). \tag{9}$$

Povšimněme si nyní potenciálního pole kruhového žebra s poloměrem R. Potenciální rozdíly na ploše mezi čtvrtkruhem R a svislou osou symetrie je možno určit pomocí integrálu J.

$$J = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \Phi_R . R . \mathrm{d}\varphi = \int_0^{\frac{\pi}{2}} w_0 . R^2 . \cos\varphi \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right) \mathrm{d}\varphi = w_0 . R^2 . \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right). \quad (10)$$

Vyjádřeme střední potenciální rozdíl mezi čtvrtkruhem a svislou osou symetrie v obecné formě

$$(\Phi_R - \Phi_0)_m = \frac{J}{R} f(R, r). \quad (11)$$

Funkci $f(R, r)$ je možno určit z hraničních podmínek, přičemž pro $R \to r$ a $r \to 0$ obdržíme

$$(\Phi_R - \Phi_0) = w_0 . R \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)\left[1 - \frac{R - r}{r}\left(1 - \frac{\pi}{4}\right)\right]. \quad (12)$$

Při výpočtu žebrovaných výměníků tepla je vhodné počítat s rychlostí ve volném průřezu w_0. S touto rychlostí je možno definovat střední obtékanou délku žebra l_R.

$$w_0 . l_R = 2(\Phi_R - \Phi_0)_m. \quad (13)$$

Dosazením rovnice (12) do vztahu (13) dostáváme střední obtékanou délku kruhového žebra

$$l_R = 2R \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)\left[1 - \frac{R - r}{r}\left(1 - \frac{\pi}{4}\right)\right]. \quad (14)$$

Použití střední obtékané délky kruhového žebra pro žebrovanou trubku.

Pro hladkou trubku a obvod kruhového žebra dostaneme redukované obtékané délky na:

základní trubce

$$l_r = 2d, \quad (15)$$

obvodu žebra

$$l_{0,R} = 2D. \quad (16)$$

Střední obtékanou délku žebrované trubky určíme součtem jednotlivých částí obtékaných ploch

$$l = \frac{l_r S_r + l_{0,R} S_{0,R} + l_R 2S_R}{S_r + S_{0,R} + 2S_R}. \quad (17)$$

Dosazením vztahů (14), (15), (16) do vztahu (17) a vyjádřením jednotlivých ploch dostáváme:

$$l = \frac{2\pi d^2 s_L + 2\pi D^2 s_R + 2D\left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)\left[1 - \frac{R - r}{r}\left(1 - \frac{\pi}{4}\right)\right]\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)}{\pi d s_L + \pi D s_R + \frac{\pi}{2}(D^2 - d^2)}. \quad (18)$$

Jestliže žebra nejsou kruhového tvaru, např. žebra obdélníkového nebo čtvercového tvaru, je součet potenciálních rozdílů mezi obvodem žebra a osou symetrie obtížný. Pro usnadnění řešení je vhodnější obdélníková žebra nahradit rovnocenným žebrem kruhovým. Přitom je nutno rozlišovat ekvivalentní výšku žebra pro určení středních potenciálních rozdílů podél plochy žeber h_{ekv_s} a ekvivalentní výšku žebra při obtékání obvodu žebra h_{ekv_o}.

Z rovnosti ploch a obvodů získáme následující rovnice:

$$h_{ekv_s} = \frac{D}{\sqrt{\pi}} - \frac{d}{2}, \tag{19}$$

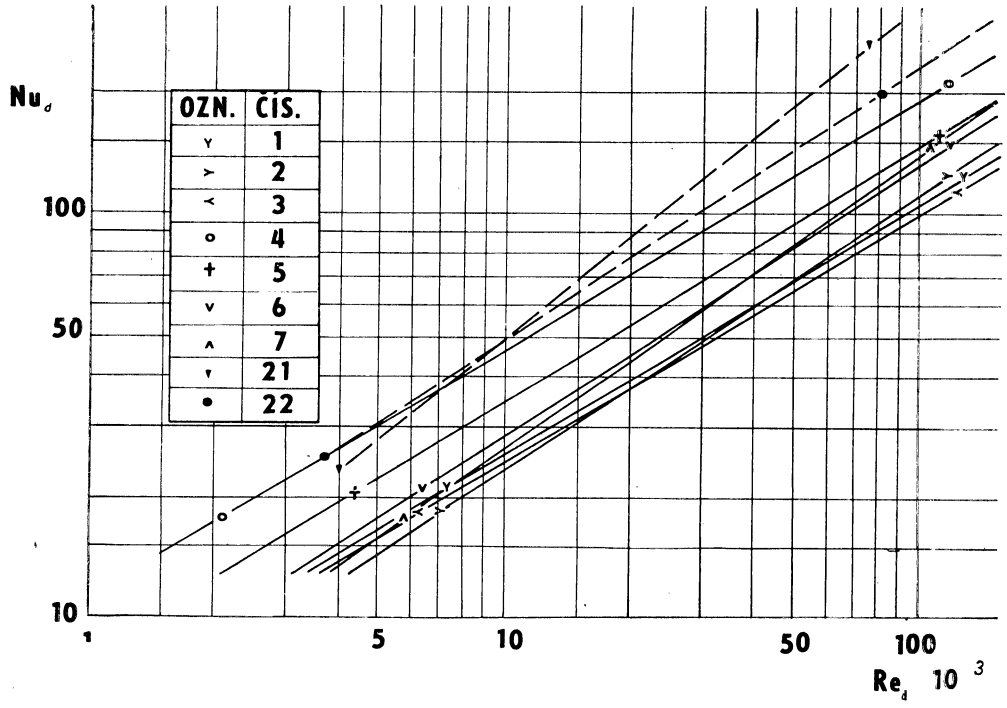
$$h_{ekv_o} = \frac{2D}{\pi} - \frac{d}{2}. \tag{20}$$

Tab. 1. Rozměry žebrovaných trubek pro měření *Brauera, Weyraucha* a *Vampoly* (další rozměry jsou uvedeny i s typy žeber v [13], [18]).

Čís.	d	h	s_R	s_L	s_1	s_q	n_1	tvar žebra
BRAUER [1], [7]								
1	28,0	5,0	1,5	2,0	50,5	50,5	4	kruhová žebra
2	28,0	10,0	1,5	2,0	54,5	54,5	4	kruhová žebra
3	28,0	15,0	1,5	2,0	59,0	59,0	4	kruhová žebra
4	28,0	2,0	1,5	4,0	50,5	50,5	4	kruhová žebra
5	28,0	5,0	1,5	4,0	53,5	53,5	4	kruhová žebra
6	28,0	10,0	1,5	4,0	54,9	54,9	4	kruhová žebra
7	28,0	12,5	1,5	4,0	57,0	57,0	4	kruhová žebra
WEYRAUCH [4]								
21	13,9	6,9	0,3	2,2	28,5	24,7	4	spirální žebra
22	17,9	9,97	0,35	2,4	40,4	32,7	4	spirální žebra
VAMPOLA [13]								
23	25,6	13,7	0,30	2,8	40,0	54,0	—	čtvercová žebra
24	25,6	13,7	0,30	1,8	40,0	54,0	—	čtvercová žebra
25	25,6	13,7	0,30	1,0	40,0	54,0	—	čtvercová žebra
26	25,6	13,7	0,55	1,7	40,0	54,0	—	čtvercová žebra
27	96,0	17,0	6,00	19,0	135,0	198,0	—	čtvercová žebra
28	115,0	41,5	6,00	18,0	205,0	205,0	—	čtvercová žebra
29	70,5	25,0	3,00	17,0	121,0	121,0	—	čtvercová žebra
30	16,6	6,7	0,30	1,9	32,0	30,0	—	čtvercová žebra
31	57,0	21,5	2,5	17,0	101,0	101,0	4	čtvercová žebra
32	22,0	6,5	2,0	9,6	36,0	45,5	—	čtvercová žebra
33	22,0	6,5	2,0	22,0	36,0	45,5	—	čtvercová žebra
34	16,6	6,2	0,3	1,9	32,0	15,0	—	čtvercová žebra

Dosazením vztahů (19) a (20) do rovnice (18) je její platnost rozšířena i pro žebra nekruhového tvaru.

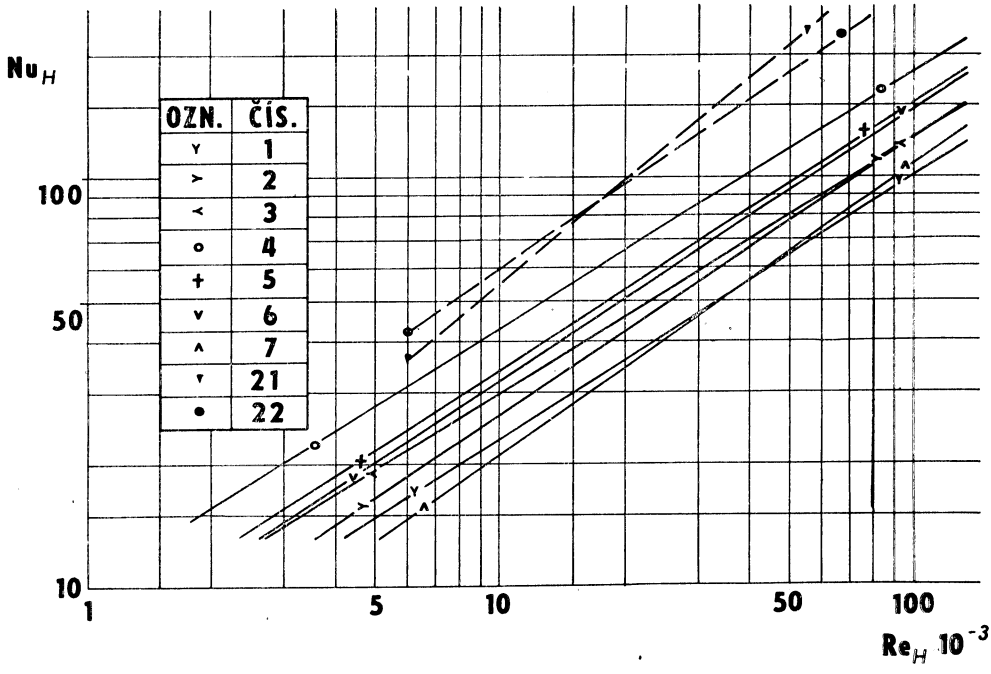
Rovnice (18) platí pro osamělou trubku s kruhovými žebry, případně žebry nekruhového tvaru v dostatečně velkém kanále. V případě použití svazku žebrovaných trubek, ovlivňují se trubky navzájem a předpokládané proudění se bude od skutečného lišit, a to tím více, čím menší bude vzdálenost trubek. Vzhledem k tomu, že relativní vzdálenost mezi trubkami nemůže být menší než průměr žeber, který je volen vždy dostatečně velký, je možno očekávat, že podle rovnice (18) definovaná střední obtékaná (ekvivalentní) délka je použitelná i pro svazek trubek.



Obr. 2. Rozptyl měření *Brauera* [1], [7] a *Weyraucha* [4] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech rovný průměru trubky

Tento předpoklad potvrzují diagramy na *obr. 2* až *obr. 9*, ve kterých jsou znázorněna měření *Brauera* [1], [7], *Weyrauchova* [4] a *Vampolova* [13] pro charakteristické rozměry; vnější průměr trubky, podle *Harissona, Krischer—Kasta* a vlastního návrhu pro uspořádání žebrovaných trubek za sebou. Kromě těchto měření byla přepočtena měření *Hirschbergova* [10] a vlastní [18] a ze závislosti $Nu = f(Re)$ pro větší přehled sestaveny tabulky pro dvě zvolená Reynoldsova čísla a uspořádání žebrovaných trubek za sebou (*tab. 2*) a vystřídaně (*tab. 3*).

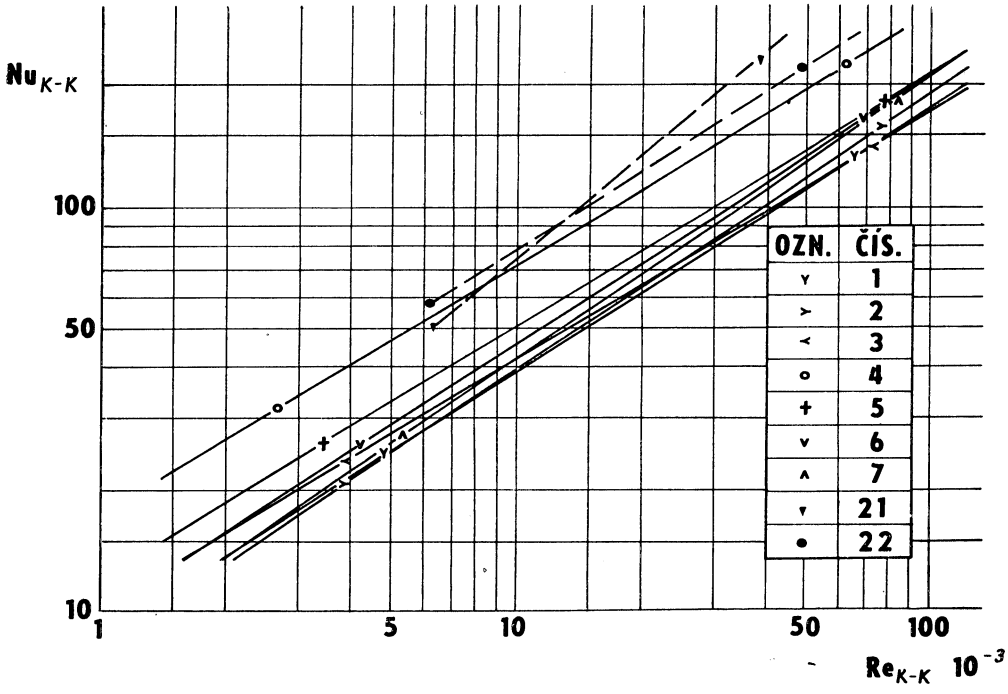
Z těchto závislostí je zřejmé, že měření jednotlivých autorů jsou vzájemně posunuta, což je pravděpodobně způsobeno různým způsobem přívodu vzduchu a stupněm



Obr. 3. Rozptyl měření *Brauera* [1], [7] a *Weyraucha* [4] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech podle *Harissona*

Tab. 2. Rozptyl Nusseltových čísel při uspořádání žebrovaných trubek za sebou

AUTOR		$Re = 5.10^3$				$Re = 5.10^4$			
		d	d_H	l_{K-K}	l	d	d_H	l_{K-K}	l
VAMPOLA [13]	ΔNu	60,5	55	51	42	44,5	35,5	41,5	34
BRAUER [1], [7]	ΔNu	70,5	53	30,5	30	67	41	24	24
HIRSCHBERG [10]	ΔNu	43	53	53	33	57	54	37	24
VAMPOLA BRAUER HIRSCHBERG WEYRAUCH VLASTNÍ	ΔNu	100	127	87	95	95	105	83	71



Obr. 4. Rozptyl měření *Brauera* [1], [7] a *Weyraucha* [4] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech podle *Krischer—Kasta*.

turbulence. Tato skutečnost je patrná také při srovnání měření *Brauera* a *Weyraucha*.

Přepočet jednotlivých experimentálně zjištěných hodnot různých autorů byl proveden pomocí následujících vztahů:

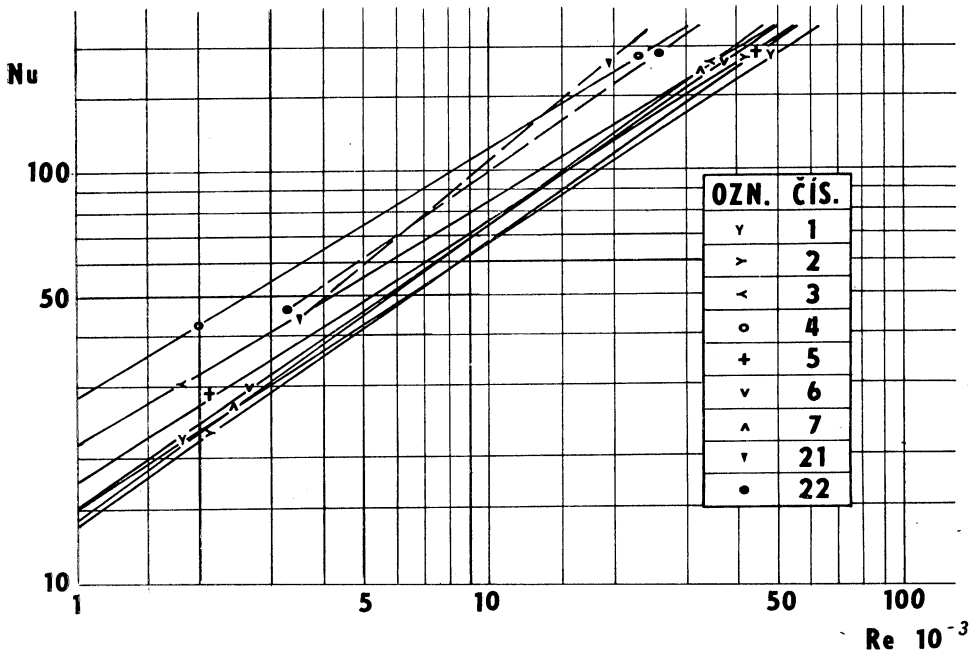
Pro zadaná Reynoldsova čísla Re_e vztažená na charakteristický rozměr d_1 a nejužší průřez A_e, byl proveden přepočet na Reynoldsovo číslo ve volném průřezu Re_0, s charakteristickým rozměrem d_2 a volným průřezem A_0 podle

$$Re_0 = Re_e \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{A_e}{A_0}. \tag{21}$$

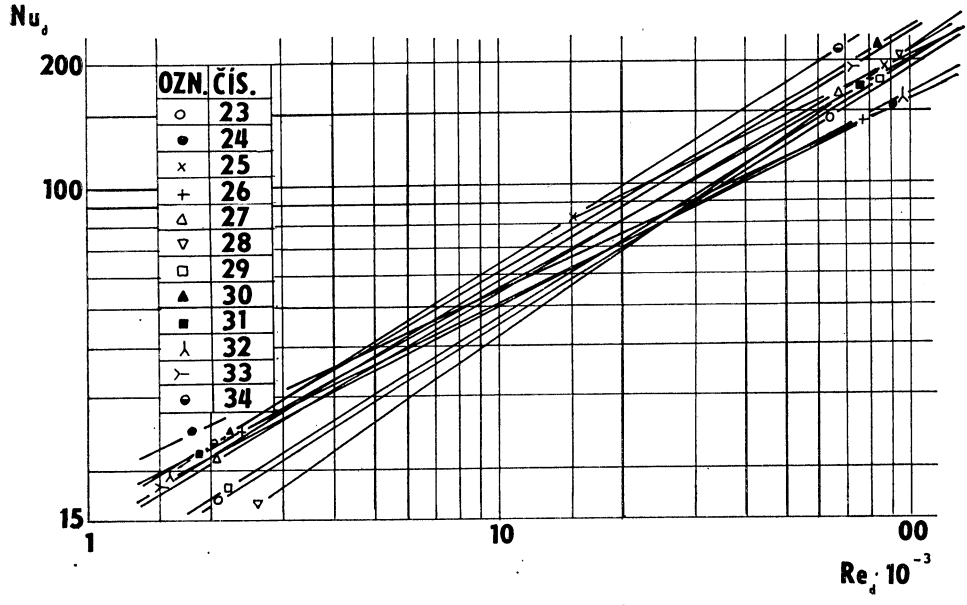
Nusseltova čísla Nu_1 vztažená na charakteristický rozměr d_1 byla přepočtena na Nusseltova čísla Nu_2, která jsou vypočtena s charakteristickým rozměrem d_2 podle vztahu

$$Nu_2 = Nu_1 \cdot \frac{d_2}{d_1}. \tag{22}$$

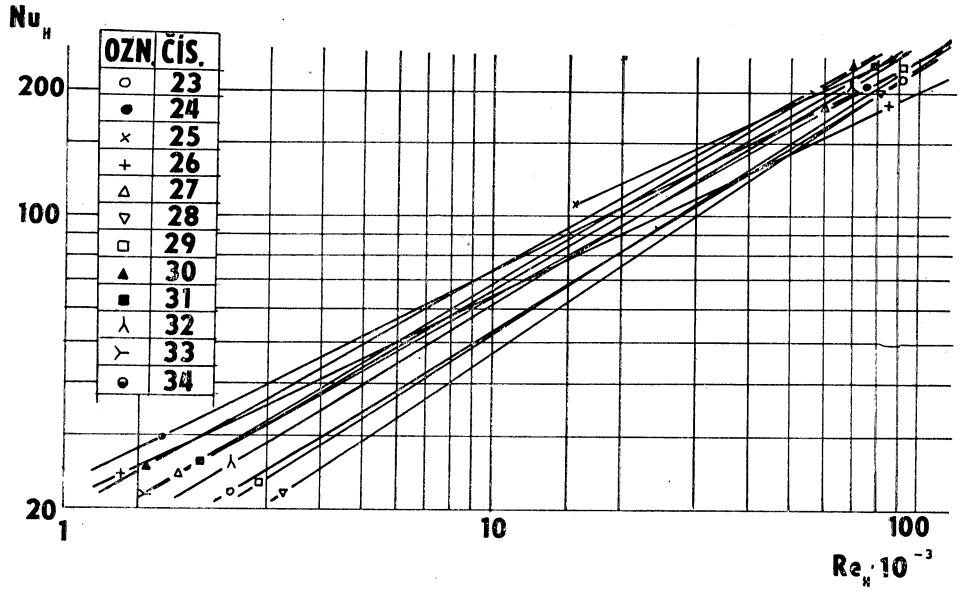
Z uvedených diagramů a tabulek je patrné zmenšení rozptylu Nusseltových čísel $\Delta Nu = 2(Nu_0 - Nu_u)/Nu_0 + Nu_u$ při použití navrženého charakteristického rozměru při srovnání s jinými charakteristickými rozměry. Přes značný počet měření



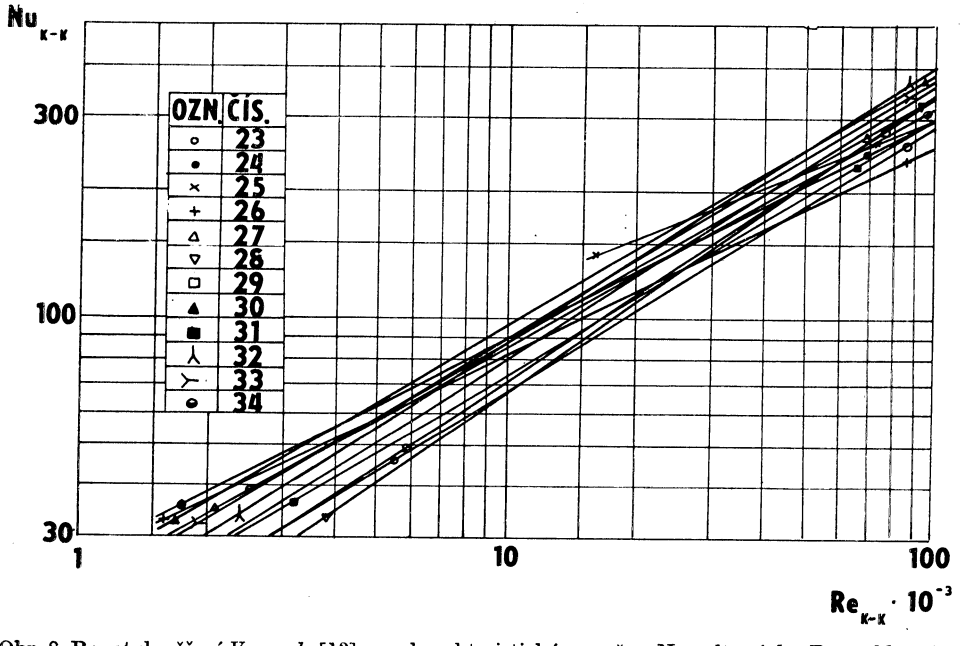
Obr. 5. Rozptyl měření *Brauera* [1], [7] a *Weyraucha* [4] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech podle vlastního návrhu.



Obr. 6. Rozptyl měření *Vampoly* [13] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech rovný průměru trubky.

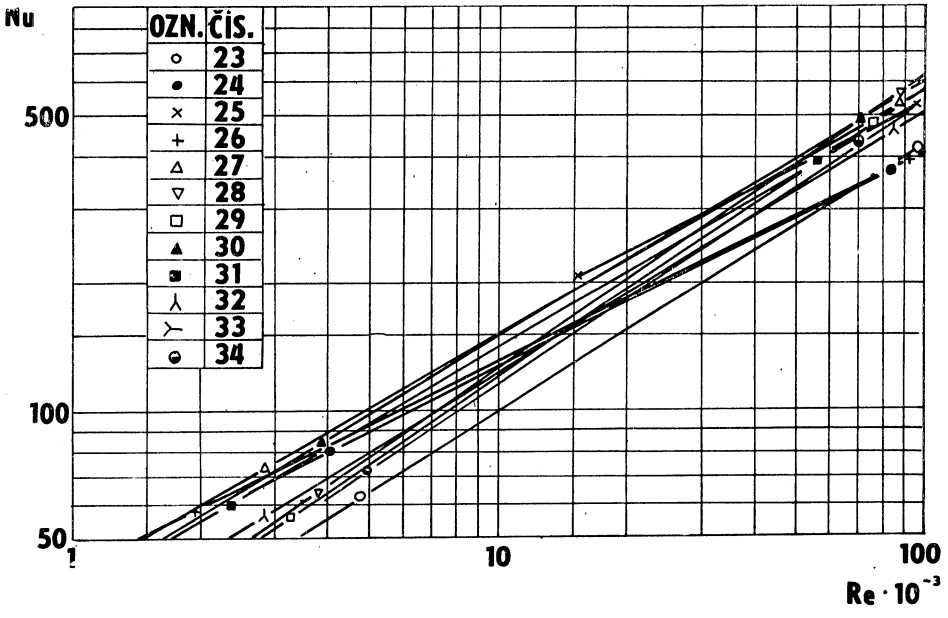


Obr. 7. Rozptyl měření *Vampoly* [13] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech podle Harissona.



Obr. 8. Rozptyl měření *Vampoly* [13] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech podle *Krischer—Kasta*.

různých autorů i vlastních a různé druhy a velikosti žeber [18], může být konečné zhodnocení navrženého charakteristického rozměru provedeno až na základě dalších výzkumů.



Obr. 9. Rozptyl měření *Vampoly* [13] pro charakteristický rozměr v Nusseltových a Reynoldsových číslech podle vlastního návrhu.

Tab. 3. Rozptyl Nusseltových čísel při vystřídaném uspořádání žebrovaných trubek

AUTOR		$Re = 5.10^3$				$Re = 5.10^4$			
		d	d_H	l_{K-K}	l	d	d_H	l_{K-K}	l
VAMPOLA [13]	ΔNu	47,5	39	37	47	61	50	45	47
BRAUER [1], [7]	ΔNu	42	22	37	40	53	31	55	45
VAMPOLA BRAUER WEYRAUCH	ΔNu	47,5	47	74	47	61	60	79	47

SEZNAM NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH POUŽITÝCH OZNAČENÍ

A	m^2	plocha
A_e	m^2	nejužší průřez
D	m	průměr žebra
d	m	vnější průměr žebrované trubky, s indexy charakteristický rozměr
h_{ekv}	m	ekvivalentní výška žebra
h	m	výška žebra
l	m	redukovaná obtékaná délka, charakteristický rozměr definovaný rovnicí (18)
n_1	—	počet řad žebrovaných trubek
n_g	—	počet trubek výměníku v řadě
n_R	—	počet žeber žebrované trubky
R	m	poloměr žebra
r	m	poloměr žebrované trubky
s_q	m	vzdálenost žebrovaných trubek v řadě
s_l	m	vzdálenost řad žebrovaných trubek
s_L	m	vzdálenost žeber
s_R	m	tloušťka žeber
S	m^2	plocha
Re	—	Reynoldsovo číslo
Nu	—	Nusseltovo číslo
Φ	$m^2.s^{-1}$	potenciální funkce

LITERATURA

[1] *Brauer, H.:* Wärme- und Strömungstechnische Untersuchungen an quer angeströmten Rippenrohrbündeln. 1961, Chem.-Ing.-Technik 33 S. 327—335 und 431—438.

[2] *Brauer, H.:* Spiralrippenrohre für Querstromwärmeaustauscher 1961, Kältetechnik 13, S. 274—279.

[3] *Brauer, H.:* Strömungswiderstand und Wärmeübergang bei quer angeströmten Wärmeaustauschern mit Kreuzgitterförmig angeordneten glatten und berippten Rohren 1964, Chem.-Ing.-Techn. 36, S. 247—260.

[4] *Weyrauch, E.:* Der Einfluss der Rohranordnung auf den Wärmeübergang und Druckverlust bei Querstrom von Gasen durch Rippenrohrbündel. 1969, Kältetechnik H. 3, S. 62—65.

[5] *Antufěv, V. M., Beleckij:* Teploperedača i aerodynamičeskije soprotivlenija trubčatych pověrchnostěj v popěrečnom potoke.

[6] *Schmidt, Th. E.:* Vergleichszahlen zur Bewertung von Wärmeaustauschern. 1949, Kältetechnik Nr. 1 S. 81—86.

[7] *Schmidt, Th. E.:* Der Wärmeübergang an Rippenrohren und die Berechnung von Rohrbündel — Wärmeaustauschern. 1963, Kältetechnik H. 4, S. 98—102 und H. 12 S. 370—378.

[8] *Goetz, F. S.:* Wärmeaustauscher. 1964 C. Hanser Verlag, München.

[9] *Kutateladze:* Příručka sdílení tepla. 1962 SNTL Praha.

[10] *Hirschberg, G.:* Wärmeübertragung und Druckverlust an quer angeströmten Rohrbündeln. 1961 Dis.-Arb. TH Karlsruhe.

[11] *Jameson, S. L.:* Tube Spacing in Finned Tube Banks. 1945 TASME, November S. 665—674.

[12] *Harisson, E.;* Heat Convection from Finned Tubes. 1948 Mechanical World and Enginerieng Record Manchester, Edgar Allen S. 33—39 und 62—66.

[13] *Vampola, J.:* Zobecnění závislosti pro určení součinitele přestupu tepla a součinitele odporu

při proudění plynu svazkem žebrovaných trubek s příčnými žebry. 1961, Kand. dis. práce Praha SVUSS Běchovice.
[14] *Krischer, O.:* Die Wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik. 1956 Berlin—Hidelberg—Göttigen.
[15] *Krischer, O., Loos, G.:* Wärme- und Stoffaustausch bei erzwungener Strömung an Körpern verschiedener Form. 1958, Chem.-Ing.-Techn. Nr. 1 und 2.
[16] *Krischer, O., Kast, W.:* Wärmeübertragung und Wärmespanungen bei Rippenrohren. 1959 VDI, Forschungsheft 474, Ausg. 8.
[17] *Kast, W.:* Wärmeübergang an Rippenrohrbündel. 1962 Chem.-Ing.-Techn. Nr. 8, S. 546—551.
[18] *Olehla, J.:* Untersuchungen am trockenen und fremdberiselten Rippenrohr-Luftkühler. 1973 Diss. Arb. TH Karl-Marx-Stadt.
[19] *Karasina:* Těploobměn v pučkach trub s popěrečnymi rebrami. 1952 Izvěstija VTI.

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЙ РАЗМЕР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ РЕБРИСТЫХ ТЕПЛООБМЕНИКОВ

Инж. Й. Олегла, к.т.н.

В статье описываются самые важные и часто использованные характеристические размеры ребристых теплообменников. Из потенциальной функции для обтекания цилиндра и кругового ребра выведен новый характеристический размер.
На основе собственных и чужих измерений определены рассеяния чисел Нусселта для различных характеристических размеров.

A CHARACTERISTICAL DIMENSION FOR ASCERTAINING THE HEAT-TRANSFER BY FINNED TUBES

Ing. Josef Olehla, CSc.

The article gives a survey of most important and most often used characteristical dimensions of heat exchangers with finned tubes. From the potential function of a flow round a cylinder and a circular fin a new characteristical dimension has been derived. The dispersion of Nusselt Numbers for various characteristical dimensions has been shown, using results of author's own as well as of other measurements.

CHARAKTERISTISCHE DIMENSION FÜR BERECHNUNG VON WÄRMEÜBERGANG BEI RIPPENROHRWÄRMETAUSCHERN

Ing. Josef Olehla, CSc.

Der Verfasser überblickt die wichtigsten und am öftesten gebrauchten charakteristischen Dimensionen von Rippenrohrwärmetauschern. Aus der Potentialfunktion des Umfliessens eines Zylinders und einer runden Rippe ist eine neue charakteristische Dimension abgeleitet worden. Aufgrund eigener und auch anderer Messungen sind die Streungen von Nusselt-Zahlen bei verschiedenen charakteristischen Dimensionen bestimmt worden.

DIMENSION CARACTÉRISTIQUE POUR UNE DÉTERMINATION DE LA TRANSMISSION DE LA CHALEUR DANS LES ÉCHANGEURS À AILETTES

Ing. Josef Olehla, CSc.

Dans l'article présenté, on passe les dimensions caractéristiques les plus importantes et les plus fréquentes des échangeurs tubacés à ailettes en revue. On deduit de la fonction potenciele pour l'écoulement d'un cylindre et d'une ailette circulaire la nouvelle dimension caractéristique. En vertu des mesures propres et étrangères, on détermine les dispersions des nombres de Nusselt pour différentes dimensions caractéristiques.

Vytápění

(*Jindřich Lebr*)

V knize jsou probrány základní pojmy z tepelné techniky, zásady ústředního a místního vytápění společně s popisem vhodného paliva a výpočtem tepelných ztrát a účinnosti. Dále se publikace zabývá částmi ústředního vytápění, především obecným rozdělením a popisem otopných těles, jejich příslušenstvím, konstrukcí i montáží, dále pak jednotlivými druhy kotlů, jejich výstrojí, příslušenstvím, montáží, zkouškami a bezpečnostními předpisy.

V další kapitole se autor soustřeďuje na vytápění teplou vodou, a to na jeho obecný princip, rozdělení jednotlivé a druhy teplovodních soustav, rozvodné potrubí a přípojky k otopným tělesům, izolaci potrubí a na oběhová teplovodní čerpadla. V následující kapitole autor v krátkosti popisuje montáž a opravy teplovodního zařízení a v dalších dvou kapitolách se zabývá vytápěním párou o nízkém tlaku a podtlakovou párou. V poslední kapitole uvádí některé novinky v ústředním vytápění.

Hodnotu publikace ještě zvyšuje velké množství obrázků a tabulek. Určena je především dělníkům, učňům a studentům (1. a 2. ročník OU a UŠ), ale může ji potřebovat každý, kdo chce získat přehled a základní informace z oboru ústředního vytápění.

Vydal o SNTL v roce 1973, 116 stran, 134 obrázků, 9 tabulek, cena brožovaného výtisku 6 Kčs.

• K použití Econoventu ve zdravotnictví

Pracovníci Spolkového zdravotnického úřadu, odboru pro hygienu a zdravotní techniku v operačních sálech a místnostech pro speciální léčbu, vznesli hygienické výhrady proti používání regeneračních výměníků tepla u větracích a klimatizačních zařízení pro tyto místnosti.

Již v r. 1969 Institut hygieny při univerzitě v Heidelbergu vydal dobrozdání o hygienické nezávadnosti rotačního výměníku tepla Econovent, avšak toto dobrozdání nebylo pracovníky zdravotnického úřadu uznáno, protože po ukončení zkoušek výměníku zůstaly ještě některé otázky otevřené.

V r. 1974 fa. Kraftanlagen v Heidelbergu z vlastní iniciativy zadala v Institutu Maxe Pettenkofera při mnichovské univerzitě komplexní bakteriologické prověření Econoventu. Výsledky důkladných pokusů, ověřených na široké statistické bázi, vyzněly jednoznačně ve prospěch Econoventu, a tak zákaz používání tohoto výměníku ve zdravotnictví byl odvolán. Nové stanovisko se objeví též v novelisované normě DIN 1946, list 4 „Vzduchotechnická zařízení pro zdravotnictví".

V době současné tíživé energetické situace je toto rozhodnutí zejména aktuální, neboť největších úspor na energii u zařízení s regeneračními výměníky se dosáhne tam, kde vzduchotechnická zařízení jsou stavěna na trvalý provoz s čerstvým vzduchem, a to je ve zdravotnictví, především v nemocnicích. Současně se zde na přiváděný vzduch kladou nejvyšší hygienické nároky.

Odpadní a čerstvý vzduch přicházejí ve výměníku typu Econovent do přímého styku s rotující akumulační hmotou. Poněvadž odpadní vzduch, odváděný z různých místností v nemocnici, obsahuje vždy větší či menší množství zárodků, byla bakteriologická měření nezbytná.

Měření uskutečněná v Pettenkoferově institutu se prováděla za sterilních podmínek spolehlivými metodami zjišťování mikroorganismů. Při těchto pokusech bylo použito zvlášť rezistentních kmenů reprezentativních zárodků. Zkušební zařízení bylo vybaveno přístroji, jimiž bylo možno v rozmezí používaném v praktickém provozu nastavit směr a velikost gradientu teplot a tlaků mezi proudem přiváděného a odpadního vzduchu. Celkem bylo provedeno 65 různých sérií měření. Na straně odpadního vzduchu před vstupem do Econoventu bylo při odběru napočítáno během těchto měření celkem 43 740 zárodků, na straně přiváděného vzduchu za Econoventem naproti tomu jen 8 zárodků. Vyjdeme-li z celkového množství vzduchu odebraného zařízením pro zjišťování zárodků, pak vychází průměrná koncentrace 5 800 zárodků v 1 m³ odpadního vzduchu a koncentrace na straně přiváděného vzduchu za Econoventem jen 1,06 zárodku na 1 m³. To znamená, že účinnost přenosu zárodků z odpadního na přiváděný vzduch je jen 0,018 %. Přitom koncentrace zárodků na straně odpadního vzduchu při výše uvedených laboratorních výzkumech odpovídá asi 50—100 násobku skutečné koncentrace v klimatizovaných prostorech nemocnic. A tak pravděpodobnost předávání zárodků přiváděnému vzduchu se ve skutečnosti ještě přiměřeně sníží.

K podobným, srovnatelným výsledkům došel pak ještě Ptettenkoferův institut při proměřování zařízení, které pracuje s Econoventem již 8 let ve fakultní nemocnici v Uppsale.

Tyto pozitivní výsledky si vysvětlují odborníci tak, že kromě oplachovacího procesu, který probíhá kontinuálně v úseku čištění rotoru Econoventu, zůstává povrch akumulační hmoty po celou dobu výměny tepla suchý a vzduch protéká rotorem laminárně, což přispívá rozhodnou měrou k tomu, že se na plochách výměníku může usadit jen malý počet zárodků.

k-k-t 5/74 (*Ku*)

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA 551.521.1
ROČNÍK 19 (1976) ČÍSLO 2 66.018.86

PROBLÉMY VÝZKUMU VLASTNOSTÍ DIATERMNÍCH STĚN PŘI SLUNEČNÍM ZÁŘENÍ

ING. MARTIN ZÁLEŠÁK

VÚPS Praha, pracoviště Gottwaldov

V článku je popsána přímá metoda měření propustnosti, odrazivosti a pohltivosti dvojskel při dopadu slunečního záření pomocí solarimetrů. V proměřovaném rozsahu spektra (0,3 až 2,5 μm) výsledky měření prokázaly, že hodnoty propustnosti a odrazivosti téměř nezávisejí na znečištění atmosféry.

Recenzoval: Doc. Ing. J. Chyský, CSc.

1. ÚVOD

S postupující prefabrikací a zprůmyslňováním stavební výroby se stále ve větší míře používají lehké stavební konstrukce. Fasády budov se prosklívají a tím roste jejich tepelná zátěž a tím i potřeba klimatizace. Pořizovací náklady klimatizačního zařízení tvoří 10 až 30 % celkových investičních nákladů budovy. Vzhledem k tomu, že rozhodující vliv na velikost tepelné zátěže budovy od slunečního záření má prosklená část fasády, používají se pro zmenšení tepelných zisků různé druhy izolačních skel. Znalost vlastností skel se zmenšenou propustností je důležitá pro výpočet tepelné zátěže budovy a tím i pro správnou volbu klimatizačního zařízení.

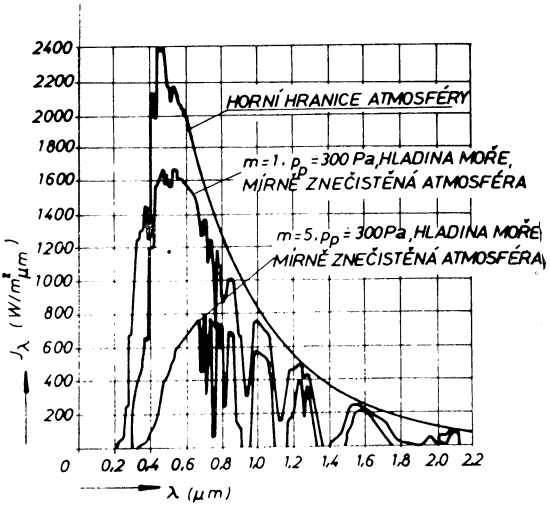
Vlastnosti těchto skel se stanovují měřením. V článku je popsána metoda měření propustnosti, odrazivosti a pohltivosti dvojskel, při dopadu slunečního záření pomocí solarimetrů.

2. SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ

Slunce je zdrojem elektromagnetických vln o velmi širokém rozsahu frekvencí. Téměř veškerý přenos energie slunečního záření se však uskutečňuje ve frekvenčním pásmu od 0,3 do 3 až 4 μm, na které se omezují tepelně technické výpočty. Spektrální intenzita slunečního záření dopadající na horní hranici atmosféry prudce vzrůstá v oblasti ultrafialového záření (0,2 až 0,4 μm), v oblasti viditelného záření (0,4 až 0,7 μm) dosahuje maxima a přibližně hyperbolicky klesá v oblasti infračerveného záření (0,7 až 4 μm) (*obr. 1*). Plocha pod křivkou průběhu spektrální intenzity slunečního záření dopadajícího na horní hranici atmosféry $J_{0\lambda}$ v závislosti na vlnové délce λ představuje celkovou energii záření dopadajícího na horní hranici atmosféry a nazývá se solární konstanta J_0. Hodnota solární konstanty pro průměrnou vzdálenost Země od Slunce činí $J_0 = 1\,353$ W/m².

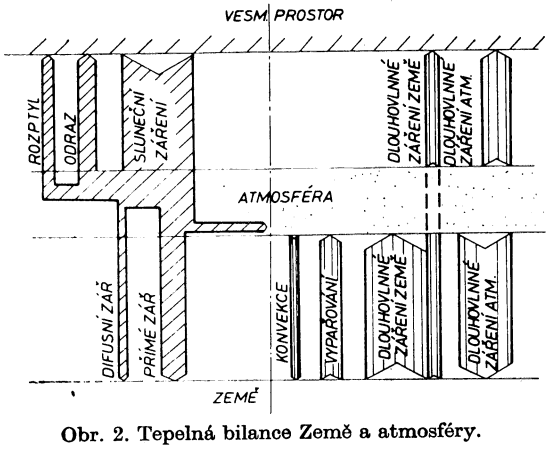
Průchodem atmosférou se rozložení a velikost intenzity slunečního záření značně mění. Část slunečního záření je odražena od horní hranice atmosféry. Procházející část je dále zmenšena o složku rozptýlenou molekulami suchého vzduchu, molekulami vody, ledovými kapkami a prachovými částicemi (projevuje se jako difúzní záření oblohy) a o složku absorbovanou molekulami tříatomových plynů (CO_2, O_3), vodní párou a prachovými částicemi. Sluneční záření dopadající na zemský povrch zmenšené o složku difúzní a absorbovanou je tzv. *přímé záření* (J_D).

Difúzní (rozptýlené) záření (J_d) za jasného dne je závislé hlavně na délce dráhy slunečních paprsků v atmosféře, tedy na výšce slunce nad obzorem h. Výška slunce nad obzorem se často nahrazuje poměrem délky dráhy slunečního paprsku při dané výšce slunce nad obzorem a délky dráhy paprsku za stavu, kdy je slunce v zenitu.



Obr. 1. Rozložení intenzity slunečního zařízení v závislosti na vlnové délce záření v průběhu jasného dne [1].

Poměr se nazývá hmotnost prozařovaného vzduchu m. Difúzní záření roste s hmotností prozařovaného vzduchu a s přítomností uvedených reflexních složek, ovšem na úkor záření přímého. Rozložení intenzity záření pro hmotnost prozařovaného vzduchu $m = 1$, $m = 5$, je na obr. 1. Difúzní záření je rozptýleno do všech směrů. Část pronikající na zemský povrch se nazývá difúzní záření oblohy a činí za jasného dne a $m = 1$ asi 10 až 20 % přímého slunečního záření v závislosti na stupni znečištění atmosféry [2].



Obr. 2. Tepelná bilance Země a atmosféry.

Absorbovaná část slunečního záření (J_a) je závislá na přítomnosti absorbentů v atmosféře a rovněž na hmotnosti prozařovaného vzduchu. Absorbovaná energie se mění na *dlouhovlnné protizáření atmosféry* o vlnových délkách 4 až 100 μm (maximum intenzity tohoto záření je v rozmezí 10 až 15 μm).

Celková intenzita záření dopadající na zemský povrch vlivem slunečního záření je dána součtem intenzit jednotlivých druhů záření

$$J = J_D + J_d + J_a.$$

Spektrum záření dopadajícího na zemský povrch bude tedy rozšířeno vlivem dlouhovlnného záření atmosféry (0,2 až 10 μm).

Schematicky jsou poměry při průchodu slunečního záření atmosférou a tepelná bilance Země uvedeny na *obr. 2.*

3. PROSTUP SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ DIATERMNÍ STĚNOU

Sluneční záření dopadající na diatermní stěnu se rozkládá na složku odraženou, pohlcenou a složku přímo procházející:

$$J = J_R + J_A + J_T.$$

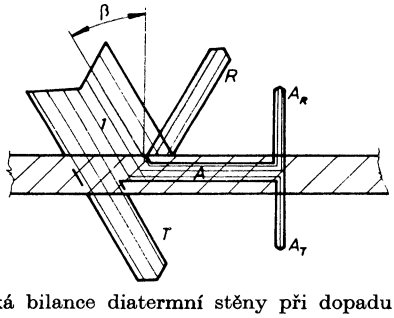
Po vydělení rovnice hodnotou J dostáváme

$$1 = R + A + T.$$

Po dosažení ustáleného stavu určitá část pohlcené energie ve stěně prochází (vlivem konvekce a dlouhovlnného záření vnitřního povrchu stěny), část se projevuje jako složka odražená — procházející zpět vlivem konvekce a dlouhovlnného záření vnějšího povrchu stěny).

Pohltivost A můžeme tedy rozložit na dvě složky

$$A = A_T + A_R.$$



Obr. 3. Energetická bilance diatermní stěny při dopadu slunečního záření.

V literatuře, např. [3], [4] se složka pohltivosti A_R často přidružuje k odrazivosti a složka pohltivosti A_T k propustnosti — viz *obr. 3.*

$$R + A_R = R_{Ef},$$
$$T + A_T = T_{Ef}.$$

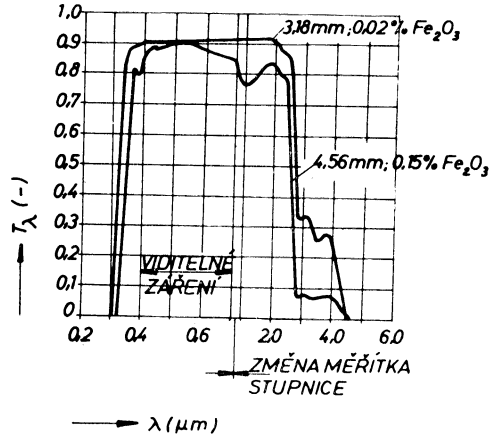
Parametr T_{Ef} se nazývá efektivní propustnost. Uvedené hodnocení je zvykem používat pro jednoduchá skla, ale je možno jej použít pro každou stěnu (tedy i pro vícenásobné sklo, stěnu s $T = 0$ atp.).

Problematické je stanovení složek pohltivosti A_T, A_R. Lit. [4] udává rozdělovací poměr $A_R : A_T = 0{,}73 : 0{,}27$. Při stanovení rozdělovacího poměru se vychází z hodnot součinitelů přestupu tepla na vnější a vnitřní straně uvažované stěny, což odpovídá výpočetním podmínkám v zimním období.

Výpočetní hodnota součinitele přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce zůstává stejná pro zimní i letní období a činí $\alpha_i \doteq 8$ W/m² K, na vnější straně konstrukce se liší pro zimní a letní období (hlavně vlivem sálavé složky). Např. v lit. [5] je udáno pro

zimní období $\alpha_e \doteq 23$ W/m² K a pro letní odbobí $\alpha_e \doteq 15$ W/m² K.
Tomu odpovídá poměr pro
zimní období $A_R : A_T = 0{,}74 : 0{,}25$, letní období $A_R : A_T = 0{,}65 : 0{,}35$.

Jeví se proto účelné rozlišovat složky A_T, A_R, až při konečném výpočtu tepelné zátěže pro konkrétní podmínky.



Obr. 4. Spektrální propustnost skla s různými obsahy Fe_2O_3

Hodnoty odrazivosti, pohltivosti a propustnosti nejsou konstantní v celém rozsahu spektra dopadajícího záření. Na *obr. 4* je podle [1] rozložení spektrální propustnosti pro dva druhy skel. Hodnoty propustnosti jsou významné v rozmezí vlnových délek 0,35 až 2,5 μm. Pro praktické výpočty tepelné zátěže je důležitá znalost průměrných hodnot R, A, T pro celé spektrum dopadajícího slunečního záření použitého při výpočtu. Je proto vhodné stanovit průměrné hodnoty R, A, T určitého materiálu zvlášť pro oblast záření přímého a difúzního a zvlášť pro dlouhovlnné záření, což je v souladu s postupem výpočtu tepelných zisků diatermní stěny udávaných v [6]. Hodnoty A, T, R jsou závislé na úhlu dopadu záření na diatermní stěnu.

4. MĚŘICÍ METODY

Hodnoty odrazivosti a propustnosti lze pro určitý druh diatermní stěny získat pouze měřením.

Používané měřicí metody lze rozdělit do dvou velkých skupin, a to na metody kalorimetrické a metody přímého měření.

Metody kalorimetrické umožňují stanovovat efektivní propustnost diatermní stěny T_{Ef}. Měřená stěna (okno) tvoří jednu stěnu izolovaného kalorimetru a je nastavena pod určitým úhlem na směr slunečního záření. Ze vzestupu teploty činné plochy kalorimetru je možno stanovit tepelný tok procházející stěnou (oknem) do kalorimetru. Při znalosti intenzity celkového dopadajícího záření se stanoví T_{Ef}, při předpokládaném rozdělení absorbované energie. Při měření uvedenou metodou je nutné stanovit intenzitu celkového dopadajícího záření, tedy i dlouhovlnného záření atmosféry. Měření intenzity dopadajícího záření se provádí pomocí pyrheliometru, event. aktinometru [2], [7]. Měřicí metoda je provedena často v modifikaci poměrového měření, kdy se stanovuje tzv. „stínící součinitel" S_c. Stínící součinitel se stanoví jako poměr energie prošlé měřenou diatermní stěnou a energie prošlé zasklením porovnávacím (obyčejné čiré tabulové sklo o tloušťce 3 mm).

Metoda je spolehlivá a umožňuje zachytit skutečné poměry. Vyžaduje však, aby v průběhu měření nedocházelo ke kolísání intenzity dopadajícího záření (metodou je možno měřit pouze při ustáleném teplotním stavu). Pro zachování poměru $A_T : A_R$ je dále nutné, aby zůstaly zachovány hodnoty součinitelů přestupu tepla na obou stranách měřené stěny.

Metody přímého měření umožňují přímo stanovit propustnost a odrazivost měřené stěny. Pohltivost se vypočítá jednoduchým odečtením odrazivosti a propustnosti od 1. Jako čidla jsou často používány aktinometry [4], [7]. Měření probíhá tak, že se měří intenzita dopadajícího, procházejícího a odraženého záření. Měření touto metodou je zdánlivě jednoduché. Metoda však má několik problémů, které ji činí obtížně použitelnou.

Měřicí čidlo — musí umožňovat měření intenzit záření pouze v určitých oblastech spektra (přímé a difúzní záření). Je zřejmé, že maximální přenos sluneční energie za jasných dnů (maximální tepelná zátěž od záření) nastává v rozsahu vlnových délek 0,2 až $3 \div 4$ μm (záření přímé a difúzní). Intenzita dlouhovlnného záření atmosféry je značně proměnná s přítomností vodní páry a absorbentů ve vzduchu. Toto záření bude v celé oblasti spektra sklem pohlceno a odraženo a odpovídající tepelný tok od něho se při výpočtu běžně zahrnuje do konvekce [6].

Jako měřicí čidlo je možno použít pyrheliometru event. aktinometru se sadou filtrů. Při použití necloněného přístroje bude výsledek měření zkreslen vlivem registrace dlouhovlnného záření.

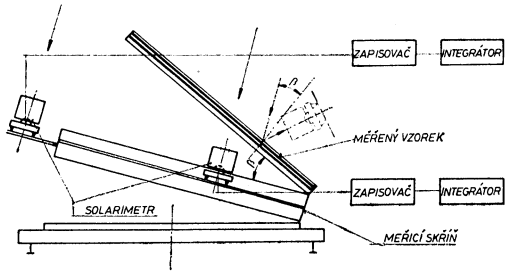
Měření intenzity odraženého, eventuálně procházejícího záření musí být provedeno současně s měřením intenzity dopadajícího záření na měřenou stěnu. Průměrné hodnoty odrazivosti, pohltivosti a propustnosti jsou závislé na spektrálním rozložení intenzity dopadajícího záření, jež se mění s výškou slunce nad obzorem, s obsahem absorbentů a složek způsobujících rozptyl záření v atmosféře. Měření musí umožnit i statistické zpracování naměřených výsledků.

Měřicí zařízení musí umožňovat měření při různém úhlu dopadu slunečního záření na plochu měřené stěny ($\beta = 0$ až 60°).

Měřicí zařízení má umožňovat měření jakékoliv diatermní stěny — tj. dvojskla, trojskla atp.

5. POUŽITÁ METODA

Pro vlastní měření byla použita přímá metoda. Jako čidel bylo použito upravených solarimetrů. Každý solarimetr byl spřažen se zapisovačem a integrátorem. Schematické zapojení přístrojů je vidět na *obr. 5.*



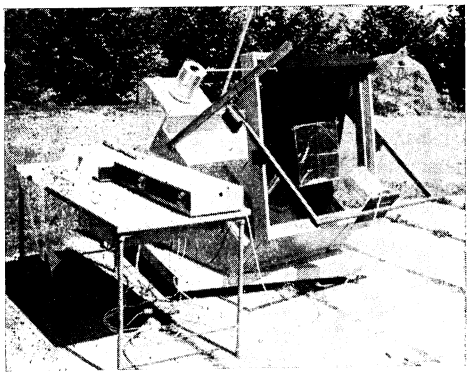
Obr. 5. Schematické zapojení přístrojů.

Měření probíhalo tak, že pro určitý úhel β bylo současně prováděno měření intenzity záření dopadajícího a záření procházejícího, eventuálně odraženého. Hodnoty byly zaznamenávány průběžně pomocí zapisovače. Současně byly zapojeny integrátory intenzity měřeného záření. Měření každé veličiny probíhalo po čas, dokud měřená energie nedosáhla hodnoty min. 100 kJ/m^2.

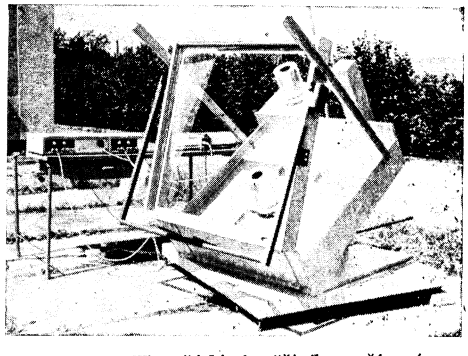
Při měření bylo dbáno, aby probíhalo za stavu proměnné intenzity dopadajícího záření (jasný sluneční svit byl střídán s mírnou oblačností). Při měření odrazivosti byl přídavný odraz od měřící skříně odstraněn zacloněním zadní plochy skla černým suknem (*obr. 6*).

Uspořádání měřícího zařízení při měření odrazivosti je na *obr. 6* a při měření propustnosti na *obr. 7.*

Měřicí skříň je rámové konstrukce. Umožňuje natáčení kolem svislé a dvojité natáčení kolem vodorovné osy. V rámu je umístněn měřený vzorek skleněné stěny



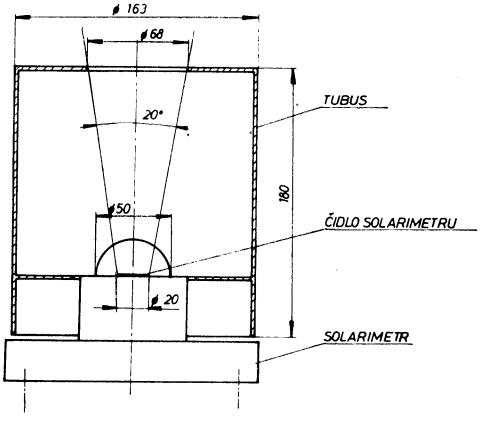
Obr. 6. Uspořádání měřicího zařízení při měření odrazivosti.



Obr. 7. Uspořádání měřicího zařízení při měření propustnosti.

o rozměru 1 000 × 1 000 mm. Rám s měřeným vzorkem je možno naklápět o úhel $\beta = 0$ až 60° od základní roviny.

Základní rovina je při měření ustavena kolmo na směr dopadu přímého slunečního záření a její poloha je v průběhu měření plynule doregulovávána. Ustavení polohy se provádí podle hledáčku, který tvoří dirková clona a terčík. Na základní rovině je umístěn solarimetr snímající dopadající záření na měřenou stěnu a v případě měření propustnosti pod měřenou stěnou solarimetr měřící záření stěnou prošlé.



Obr. 8. Úprava solarimetru.

Při měření odrazivosti je solarimetr měřící odražené záření ustaven kolmo na směr odrazu a poloha je ustavena podle hledáčku s dirkovou clonou a terčíkem.

Solarimetry, zapisovače a integrátory jsou výrobkem firmy KIPP a ZONEN, Delft, Holandsko.

Měřicí čidla tvoří upravené solarimety typu CM 6. Solarimetr je typu Gorczyňského s Mollovým termosloupem jako čidlem. Solarimetr snímá záření v rozsahu 0,3 až 2,5 μm. Citlivost solarimetru je 1 W/m² ~ 0,0115 mV. Vnitřní odpor solarimetru je přibližně 10 Ω. Udávaná přesnost je v rozmezí 1 %. Celkové zpoždění je 10 s s tím, že 90 % celkové hodnoty je registrováno do 3 s.

Pro odstranění nežádoucího vlivu difúzního záření odraženého od okolních ploch, byly oba solarimetry opatřeny ochranným tubusem, přičemž vnitřní plochy tubusu byly potaženy černým suknem. Úprava solarimetru je zřejmá z *obr. 8.*

Zapisovače typ BD 7, BD 8 jsou provedeny jako liniové. Plné výchylky je dosaženo se zpožděním 0,6 s. Udávaná přesnost je větší než 0,3 %.

Integrátory typ CC1 mají digitální výstup. Minimální hodnota registrované energie je 2,0934 kJ/m². Udávaná přesnost je větší než 0,5 %.

6. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

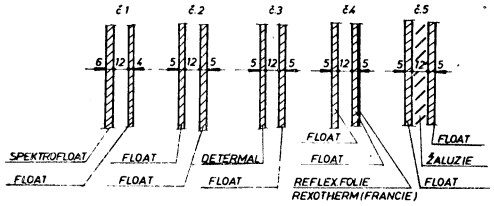
Skladba měřených vzorků je uvedena na *obr. 9.* Měřená dvojskla jsou výrobkem n. p. Sklo Union Teplice.

Reflexní fólie byla nalepena na zadní plochu dvojskla typu Float-Float. Fólie zn. Rexotherm je francouzské výroby.

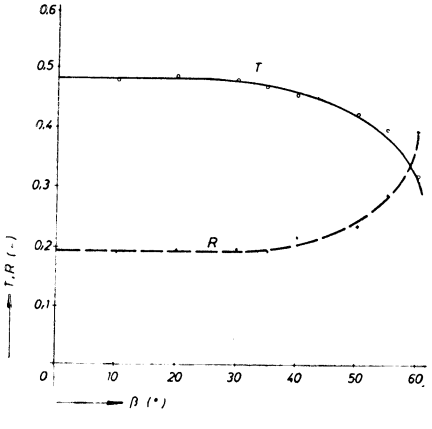
Použité žaluzie jsou běžného typu (kovové lamely opatřené lakovým nátěrem) a byly vloženy mezi dvojskla typu Float-Float.

Vyhodnocení bylo prováděno následujícím způsobem: Hodnota zachycené dopadající energie polarimetrem a registrované integrátorem byla porovnána s hodnotou energie prošlé měřeným vzorkem, eventuálně odražené ve stejném časovém úseku (tím je získán statistický průměr). Pro orientaci byly současně porovnávány hodnoty intenzit záření nejvyšších a nejnižších v daném časovém úseku (registrované zapisovači).

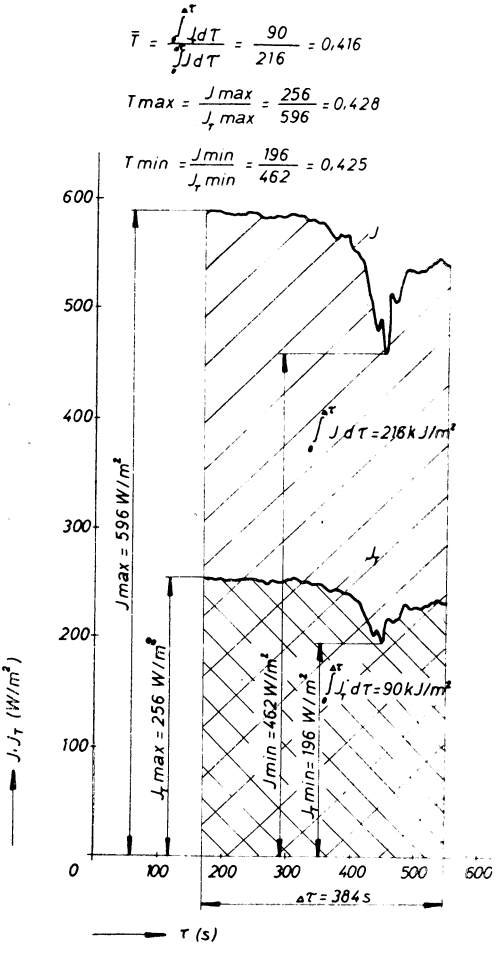
Příklad naměřených hodnot a vyhodnocení naměřených hodnot propustnosti vzorku č. 3, $\beta = 50°$, je uveden na *obr. 10.*



Obr. 9. Skladba měřených vzorků.



Obr. 11. Závislost T, R na β. Vzorek č. 1.



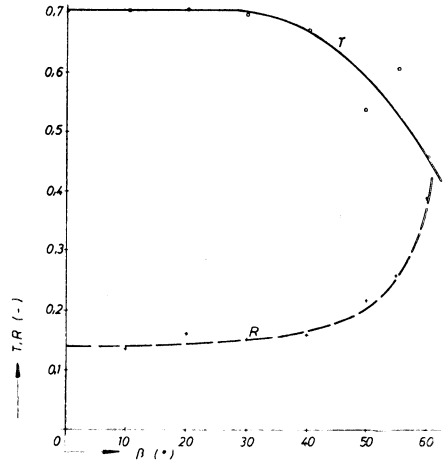
Obr. 10. Příklad měření a vyhodnocení naměřených hodnot propustnosti vzorku č. 3, $\beta = 50°$.

Statistické průměry hodnot odrazivosti a propustnosti v závislosti na úhlu β získané měřením jsou uvedeny v *obr. 11* až *obr. 15*. Hodnotu pohltivosti je možné získat jako doplňkovou hodnotu

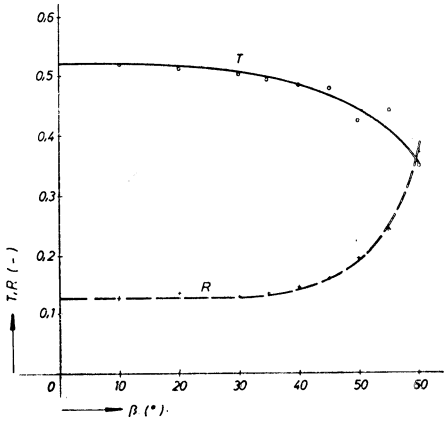
$$A = 1 - (R + T).$$

7. ZÁVĚR

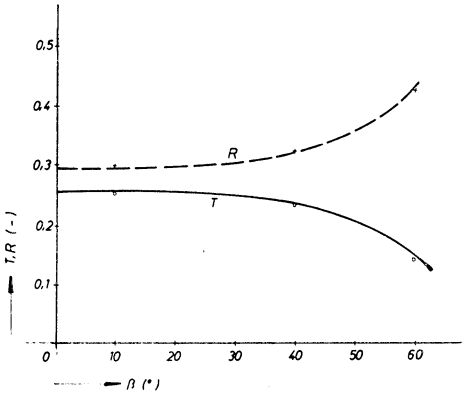
Výsledky měření prokazují, že vliv atmosférické absorbce se na hodnotách propustnosti a odrazivosti téměř neprojeví v měřeném rozsahu spektra 0,3—2,5 μm. Metoda umožňuje dobrou reprodukovatelnost výsledků, což bylo prokázáno při měření ve dnech s různým znečištěním atmosféry.



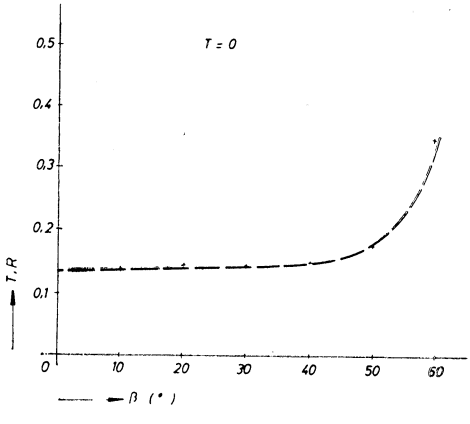
Obr. 12. Závislost T, R na β. Vzorek č. 2.



Obr. 13. Závislost T, R na β. Vzorek č. 3.



Obr. 14. Závislost T, R na β. Vzorek č. 4.



Obr. 15. Závislost T, R na β. Vzorek č. 5.

V první části práce bylo provedeno měření ve spektrálním rozsahu 0,3 až 2,5 μm, ve kterém pro dny s jasnou oblohou je přenos energie největší.

Práce bude pokračovat proměřením hodnot propustnosti a odrazivosti diatermních stěn pro větší vlnové délky záření, aby mohl být přesně stanoven vliv záření s větší vlnovou délkou na hodnoty uvedených veličin.

8. POUŽITÉ SYMBOLY A OZNAČENÍ

J_0	[W/m²]	— solární konstanta,
$J_{0\lambda}$	[W/m² m]	— spektrální intenzita záření dopadajícího na horní hranici atmosféry Země,
J	[W/m²]	— intenzita celkového záření dopadajícího na zemský povrch,
J_D	[W/m²]	— intenzita přímého záření
J_d	[W/m²]	— intenzita difúzního záření,
J_a	[W/m²]	— intenzita dlouhovlnného záření,
J_R, J_T	[W/m²]	— intenzita odraženého, procházejícího a absorbovaného záření v měřeném vzorku,
A	[—]	— pohltivost,
T	[—]	— propustnost,
R	[—]	— odrazivost,
S_c	[—]	— stínící součinitel,
α_i, α_e	[W/m² K]	— součinitel přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce,
β	[°]	— úhel mezi směrem dopadajícího záření a kolmicí k povrchu, na který záření dopadá,
τ	[s]	— čas,
m	[—]	— hmotnost prozařovaného vzduchu,
h	[—]	— výška slunce nad obzorem.

LITERATURA

[1] *Threlkeld, J. L.:* Thermal Environmental Engineering 2. vyd. New Jersey 1970.
[2] *Hesoun, P.:* Vliv oken na tepelný režim budov. (Práce ke zkoušce z aspirantského minima). Praha 1967.
[3] *Nedomová, A.:* Měření stínících součinitelů. (Diplomová práce ČVUT — FSI). Praha 1972.
[4] *Kříž, M., Dubček, M.:* K problematice měření protisluneční ochrany zasklení, ZTV roč. 16., č. 4. Praha 1973.
[5] Směrnice pro navrhování a posuzování obytných panelových budov z hlediska stavební tepelné techniky. Díl 1. VÚPS Praha. Praha 1971.
[6] *Chyský, J., Oppl, L.:* Větrání a klimatizace. SNTL Praha 1971.
[7] *Cammerer, W., Wagner, A.:* Zur sonnenschutztechnischen Wirkung von Sonnenschutzgläsern erhöhten Reflexion. Gesundheits-Ingenieur, roč. 94, H 12.
[8] *Kocourek, F.:* Měřicí metody v meteorologii. 2. vydání. Praha 1972.

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ДИАТЕРМИЧНЫХ СТЕН ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Инг. Мартин Залесак

В статье описывается метод измерения коэффициента пропускания, отражательной способности и поглощательной способности пакетов при падении солнечной радиации с помощью соляриметров. В промеряемом диапазоне спектра (0,3—2,5 мм) результаты измерения показали, что величины коэффициента пропускания и отражательной способности почти независят от загрязнения атмосферы.

SOME PROBLEMS IN RESEARCH OF DIATHERMOUS WALLS UNDER THE INFLUENCE OF SOLAR RADIATION

Ing. Martin Zálešák

The author describes a direct measurements method of transmission, reflection and absorption coefficients of double-glass walls by solar irradiation; by the method solarimeters are used. In the respective spectrum range from 0,3 to 2,5 μm have the results shown that transmission and reflection values are practically independent air pollution.

EINIGE PROBLEME DER ERFORSCHUNG DER EIGENSCHAFTEN VON DIATHERMALEN WÄNDEN BEI SONNENSTRAHLUNG

Ing. Martin Zálešák

Der Verfasser beschreibt eine Methode der direkten Messungen von Durchlass-, Reglexion- und Absorptionzahlen von Doppelglasswänden bei direkter Sonnenstrahlung; dazu werden Solarimeter verwendet. Bei dem gemessennen Spektralumfang von 0,3 bis 2,5 μm haben die Messresultate gezeigt, dass die Durchlass- und Reflexionszahlen fasst unabhängig von der Luftverunreinigung sind.

PROBLÈMES D'UNE RECHERCHE DES PROPRIÉTÉS DES PAROIS DIATHERMIQUES PENDANT LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Ing. Martin Zálešák

Dans l'article présenté, on décrit une méthode de mesure directe de la pénétrabilité, de la réflexibilité et de l'absorptivité des verres doubles à la tombée du rayonnement solaire à l'aide des solarimètres. Dans une étendue mesurée du spectre (0,3—2,5 μm), les résultats de la mesure ont donné des preuves que les valeurs de la pénétrabilité et de la réflexibilité ne dépendent pas d'une pollution atmosphérique presque.

• Trh klimatizace v USA

Americký trh klimatizace je v Evropě pod ostrým zorným úhlem, protože jeho vývoj se s určitým zpožděním odráží i na evropském trhu klimatizace a tedy v jisté míře i u nás. Považujeme proto za vhodné předložit trendy hlavních výrobků v této oblasti za rok 1973 ve srovnání s rokem předchozím, případně dřívějšími.

Klimatizační jednotky (bez okenních a podokenních jednotek) zaznamenaly v r. 1973 přírůstek 14% oproti roku předchozímu a z celkové produkce bylo více než 70% určeno pro obytné objekty, zbytek pak pro průmysl. V této sféře se očekává především trvalý nárůst výroby střešních jednotek, kterých se v r. 1973 vyrobilo 270 000, tj. o 8 % více než v r. 1972 a pro rok 1974 se předpokládal vzestup trendu na 15 %.

Klimatizační jednotky podokenní s vestavěným chlazením zaznamenaly v r. 1973 nárůst o 40 %, přičemž hlavními jejich odběrateli jsou hotely.

Klimatizační jednotky okenní zaznamenaly v r. 1972 oproti předchozímu roku pokles o 17 %, avšak v r. 1973 došlo opět k nárůstu o 19 %, takže jich v tomto roce bylo celkem vyrobeno 5,34 miliónu kusů, z toho třetina v rozsahu chladicího výkonu 3 500—5 800 W (3 000—5 000 kcal/h)

Větrací a vytápěcí jednotky podokenní (vč. jednotek s nepřímým chlazením) zaznamenávají posledních 8 let trvalý pozvolný pokles. V r. 1966 jich bylo vyrobeno v USA 363 000 kusů, v r. 1972 již jen 225 000 kusů a v r. 1974 se očekávalo podkročení výroby pod 200 000 kusů.

Indukční jednotky jsou rovněž na sestupu, který začal výrazně v r. 1971, kdy klesla jejich výroba oproti roku 1970 o 14 %, v r. 1972 pak dále o 23 % a sestupná tendence pokračuje dále.

Klimatizační strojovny při roční produkci okolo 60 000 kusů zaznamenávají jen malé výkyvy.

Ventilátory vykazují pozvolný trvalý nárůst, který představuje v úhrnu 20 % v r. 1973 oproti předchozímu. Nejvíce byly žádány axiální ventilátory (+22 %), pak střešní ventilátory (+19 %) a nakonec radiální ventilátory (+18 %).

Chlazení pro klimatizaci zaznamenává ve svých prvcích stálý vzestup s výjimkou chladicích věží, kde po 6 let jejich odbyt klesal. Tento pokles se zastavil teprve v r. 1972, kdy byl zaznamenán vzestup o 5 % proti předchozímu roku, načež další rok přinesl opět mírný vzestup produkce asi o 9 %.

Celkově představoval nárůst velkoobchodního obratu v klimatizaci v r. 1973 oproti předchozímu roku 15 %.

CCI 5/74 (*Ku*)

Izolace staveb proti vodě, chladu, hluku

(Ing. V. Farka)

Publikace informuje o izolačních materiálech a výrobcích, o vhodnosti jejich použití a způsobu jejich aplikace. Radí při údržbě a méně náročných opravách staveb.

V kapitole o ochraně proti vlhku a vodě se autor zvlášť zabývá ochranou podzemních částí objektu a ochranou střech. Speciální kapitola je věnována tepelným izolacím, kde autor uvádí nejen izolace podlah, stěn a střech, ale i přehled vlastností stavebních hmot s uvedením základních fyzikálních hodnot z hlediska tepelné izolace a popisuje např. i úpravu chladírenských prostor.

Následující kapitola pojednává o ochraně proti šíření hluku stavebními hmotami, instalaci a vzduchem a zabývá se i měřením hluku, zvukovou vlnou v prostoru a stavebními hmotami. Poslední kapitola je věnována informativním výpočtům. V závěru publikace autor uvádí zásady bezpečnosti při práci s asfaltem a s asfaltovými výrobky.

Kniha je určena širokému okruhu zájemců, vlastníkům chat a chalup, individuálním stavebníkům i jako základní informativní příručka pracovníkům odborných podniků.

Vydalo SNTL v roce 1975 v řadě polytechnické literatury, 180 stran, 65 obrázků, 26 tabulek, cena brožovaného výtisku 12 Kčs.

● SF pro životní prostředí

Švédská firma Svenska Fläktfabriken chce přispívat ke zlepšování životního prostředí i v oblasti odstraňování odpadků.

Nové zařízení SF je pneumatická doprava odpadků pro obytné domy včetně výškových. Odpadky se v domácnostech odhazují do šachet běžného provedení. Dno šachty uzavírá ventil, při jehož otevření se odpadky nasají do dopravního potrubí. Tímto jsou pak dopraveny k primárnímu odlučovači, kde se oddělí od vzduchu a vedou buď do spalovacího kotle nebo k lisu. V sekundárním — mokrém odlučovači se pak zachytí prach uvolněný z dopravního vzduchu.

Ovládací systém zařízení sestává z centrální kontrolní a ovládací jednotky, na kterou jsou napojeny podcentrály, které pak řídí činnost ventilů na spodku šachet i ve větvích dopravního potrubí.

Poměrně vysoké investiční náklady na takováto zařízení jsou vyváženy velmi nízkými provozními náklady. Podle údajů pracovníků SF jsou celkové náklady během několika let nižší, než náklady na odvoz odpadků.

CCI 7/74 (*Ku*)

● První „mlýn" na zpracování odpadu plastických hmot v Japonsku

Ve městě Kusatsu byl v r. 1974 dán do provozu první „mlýn" na zpracování odpadu z plastických hmot. V tomto provozu se odpad mění v surový olej. Podnik byl vybudován v rámci chemického koncernu za podpory japonské vlády. V počátečním období provozu se zpracovalo denně 4,9 t odpadu na surový olej. Výtěžnost činí asi 77 %.

Při procesu zpracování, při kterém neunikají žádné jedovaté plyny, se odpad nejprve rozmělní a pak ozářením ultrakrátkými vlnami roztaví. Polovinu získaného oleje spotřebuje vlastní podnik, zbytek jde na trh.

Aby se usnadnil přísun odpadu, bylo obyvatelstvo požádáno používat pro odpad plastických hmot zvláštní pytle. Přes toto opatření obsahují pytle v průměru asi 10 % cizích těles, jejichž vytřídění je podstatně dražší než výrobní proces.

V r. 1973 mělo Japonsko asi 3,2 mil. tun odpadu z plastických hmot.

CCI 7/74 (*Ku*)

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA
ROČNÍK 19 (1976) ČÍSLO 2

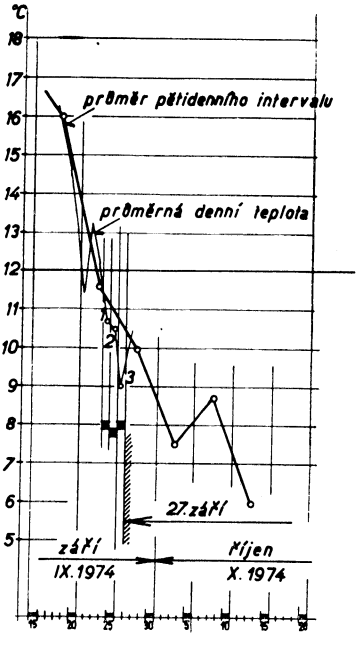
697:628.8

TOPNÉ OBDOBÍ 1974/1975 V PRAZE Z HLEDISKA KLIMATICKÝCH VELIČIN

ING. RUDOLF D. STRAKA

1. Úvod

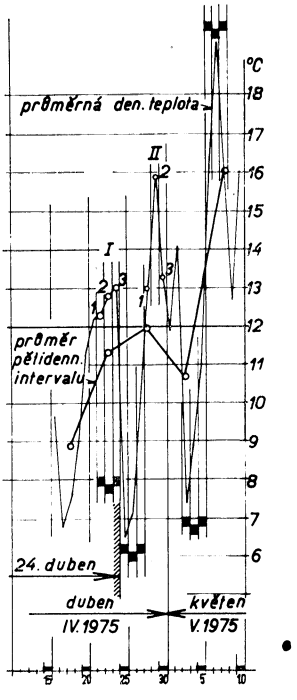
Z měsíčních přehledů meteorologických pozorování, bulletinů vydávaných Hydrometeorologickým ústavem v Praze, vztažených na Prahu-Karlov, lze početně i graficky odvodit všecky hodnoty, potřebné ke stanovení parametrů topného období.



Obr. 1.

K určení začátku a konce topného období je třeba především vypočítat průměry venkovních teplot pětidenních intervalů. Sestavíme *tabulku 1* a z jejích hodnot sestrojíme *diagramy 1* a *2*. Začátek a konec vytápění je určen dny, které lze nejlépe stanovit graficky s přihlédnutím k nutným korekcím podle průběhu absolutních teplot vzduchu. Zmíněné dny jsou určeny body, v nichž čára průběhu průměrných denních teplot vzduchu během tří po sobě následujících dnů je pod čárou nebo nad čárou mezní klimatické teploty +12 °C.

K vyhledání těchto míst sledujeme v bulletinu, ve kterých dnech se tyto teploty pohybují kolem mezní teploty +12 °C. Ke skutečnému stanovení sledujeme slabou čáru průměrných denních teplot a čáru průměru pětidenních intervalů. Popsaným způsobem jsou stanoveny začátek a konec topného období.



Obr. 2.

K posouzení charakteristiky topného období kreslíme *diagram 3*. V něm jsou zakresleny tenkou přerušovanou čarou průměrné měsíční teploty padesátiletého normálu Praha-Karlov a silnou čarou průběh skutečných měsíčních teplot v období které nás zajímá, tj. od podzimu přes zimu do jara. K úplnému určení všech parametrů topného období ještě zpracujeme *tabulku 2* a *tabulku 3*.

Tabulka 1. Topné období 1974/1975

Začátek 1974

Den	Měsíc	Průměrná denní teplota t_e [°C]	Součet	Průměrná teplota 5denního intervalu [°C]
11.		13,9		
12.		15,8		
13.	IX	20,1	86,8	17,35
14.		19,4		
15.		17,6		
16.		18,0		
17.		18,1		
18.	IX	16,2	79,9	16,00
19.		14,6		
20.		13,0		
21.		11,4		
22.		13,2		
23.	IX	12,2	58,0	11,60
24.		10,7		
25.		10,5		
26.		9,0		
27.		10,2		
28.	IX	14,3	49,7	9,94
29.		8,5		
30.		7,7		
1.		8,1		
2.		7,4		
3.	X	7,6	37,5	7,50
4.		6,8		
5.		7,6		
6.		8,9		
7.		10,3[1])		
8.	X	6,1	40,7	8,70
9.		6,8		
10.		8,6		
11.		7,6		
12.		5,8		
13.	X	5,7	29,7	5,94
14.		6,0		
15.		4,6		

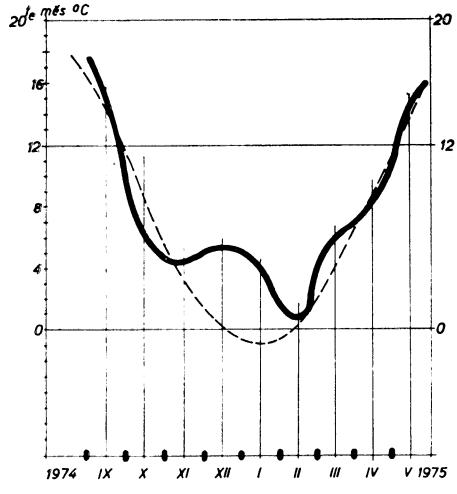
[1]) Nejvyšší teplota v říjnu.

Konec 1975

Den	Měsíc	Průměrná denní teplota t_e [°C]	Součet	Průměrná teplota 5denního intervalu [°C]
16.		9,6		
17.		6,8		
18.	IV	7,6	44,2	8,84
19.		8,9		
20.		11,3		
21.		12,0		
22.		12,3		
23.	IV	12,8	56,6	11,32
24.		13,0		
25.		6,5		
26.		7,1		
27.		10,4		
28.	IV	13,0	59,7	11,93
29.		15,9[1])		
30.		13,3		
1.		11,9		
2.		14,1		
3.	V	7,4[2])	53,4	10,68
4.		8,8		
5.		11,2		
6.		16,4		
7.		19,4[3])		
8.	V	15,9	80,4	16,07
9.		12,7		
10.		16,0		

[1]) Nejvyšší teplota v dubnu.
[2]) Nejnižší teplota v květnu
[3]) Nejvyšší teplota v květnu.

K získání úplného přehledu o rozhodujících veličinách, podstatně ovlivňujících teplotu vzduchu, která je nakonec z hlediska vytápěcí techniky určující veličinou při výrobě tepla a při regulaci dodávek tepla pro otop, kreslíme z údajů bulletinu ještě *diagram 4*, v němž jsou v jednotlivých měsících topného období zakresleny (Praha-Karlov):



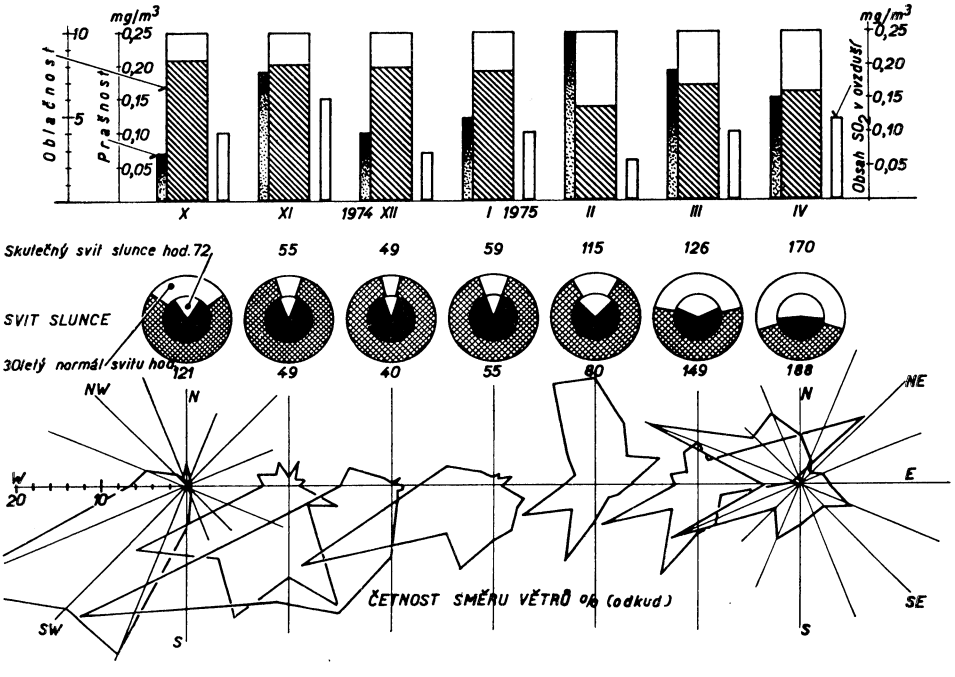
Obr. 3.

1. Oblačnost ve stupnici od 0 do 10, přičemž 10 značí oblohu 100% pokrytou mraky.
2. Prašnost a obsah SO_2 v ovzduší, měřené v miligramech, připadajících na jeden kubický metr ovzduší.
3. Skutečný svit slunce v hodinách ve srovnání s třicetiletým normálem svitu a s astronomicky možným max. svitem (max. uvažováno jako 360°).
4. Četnost směru větrů v hodinách v poměrovém měřítku tak, že součet redukovaného počtu hodin včetně bezvětří všech značených směrů je 100%.

2. Hlavní klimatické údaje

Topné období 1974/1975 lze charakterizovat takto:

1. Začátek topného období 27. září 1974.
2. Konec topného období 24. duben 1975.
3. Počet topných dnů 210 se od padesátiletého normálu 212 dnů liší jen o dva dny, což není ani jedno procento, po několika letech je to opět skoro normál.



Obr. 4.

4. Mezní klimatické číslo K_{12} = 1513 gradnů.
5. Topné klimatické číslo K_{18} = 2773 gradnů.
6. Průměrná venkovní teplota vzduchu během topného období od 27. září 1974 do 24. dubna 1975, tj. během 210 topných dnů je t_{ez} = 4,8 °C čili o 1,6 °C vyšší než normál.
7. Nejnižší teploty venkovního vzduchu v topném období byly:

30. 9.	7,7 °C,	14. 1.	—0,2 °C,
31. 10.	2,3 °C,	22. 2.	—3,9 °C,
7. 11.	—0,6 °C,	22. 3.	1,0 °C,
14. 12.	—2,0 °C,	1. 4.	3,2 °C.

8. Absolutní minimální teplota vzduchu —10,0 °C byla v 7.00 hodin dne 23. 2. 1975.

3. Charakteristika topného období

Začátek (sledujeme obr. 1) se vyznačuje poměrně pravidelným poklesem průměrných denních venkovních teplot ve sledovaných týdnech. Rozhodující je týden od 21. do 25. září 1974. První den, kdy průměrná denní teplota venkovního vzduchu protíná čáru mezní klimatické hodnoty, je 21. září. Následující den však teplota opět stoupla. Dalším dnem s teplotou pod +12 °C je 24. září, po němž následují další dny s teplotou nižší než je teplota mezní. Třetím dnem s teplotou pod +12 °C je den 26. září, takže začátek topného období připadá na den 27. září 1974.

Konec (obr. 2) je ovlivněn kolísáním teplot vzduchu nad mezní a pod mezní hodnotou +12 °C. První stoupnutí třídenního intervalu (označeno I s body 1, 2, 3) bylo vystřídáno hlubokým poklesem až pod 7 °C. Avšak potom následoval prudký vzestup (označeno II) s opětným hlubokým poklesem nad 7 °C, po němž následovalo bezprostřední stoupnutí až nad 19 °C. Pouze v třídenním intervalu označeném I jsou splněny podmínky pro zastavení otopného provozu: následující interval hlubokého poklesu ve dnech 25. a 26. dubna byl vystřídán třetím dnem 27. dubna s teplotou nad mezní čárou. V dalších intervalech jde o období, takže topné období (podle podmínek vyhlášky č. 197/1957 Sb) skončilo dnem 24. dubna 1975. Tím je určen počet topných dnů 210, což se od padesátiletého průměru liší nepatrně. Údaje o začátku a konci topného období potřebují znát provozní technici, kteří kontrolují resp. kteří vyhodnocují práci obsluhovatelů vytápěcích zařízení.

4. Spotřeba paliva

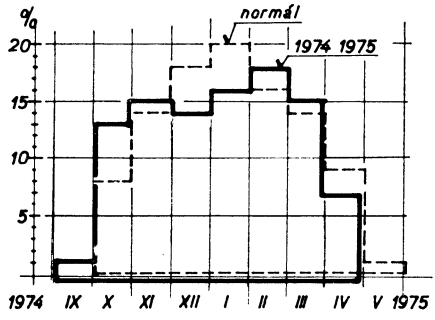
Je vyjádřena jednak v tabulce 2, jednak je graficky znázorněna v *obr. 5*. Z průběhu, shodného s povšechnými gradienty v obr. 3 je patrno, že skutečná spotřeba paliva pro vytápění (tlustá čára) se značně liší od spotřeby plánované (přerušovaná čára). V měsíci září, říjnu a listopadu 1974 je spotřeba větší, rovněž tak v měsíci únoru a březnu 1975. Naproti tomu ve zbývajících měsících topného období je spotřeba paliva výrazně nižší (mimořádně teplý prosinec a leden). Větrné září (obr. 4) způsobilo posunutí začátku vytápění na dřívější termín, zatímco teplý květen (na rozdíl od předcházejících období) potvrdil včasné zastavení otopného provozu již koncem dubna.

5. Poslední topná období v Praze

Topné období			Z dnů	Klimatické číslo gradnů		Absolutní minimální teplota vzduchu		t_{ez} [°C]
rok	od	do		K_{12} mezní	K_{18} topné	[°C]	datum	
1970/1971	25. 9.	10. 5.	228	1 745	3 113	—17,6	8. 1. 1971	4,3
1971/1972	7. 10.	2. 5.	209	1 538[1])	2 792	—11,8	16. 1. 1972	4,6
1972/1973	14. 9.	30. 4.	239	1 985[2])	3 419	—8,8	24. 12. 1972	3,7
1973/1974	14. 10.	1. 5.	205	1 563[3])	2 793	—12,0	3. 12. 1973	4,4
1974/1975	27. 9.	24. 4.	210	1 513	2 773	—10,0	23. 2. 1975	4,8
normál	30. 9.	3. 5.	216	1 767	3 063	Praha-Karlov		3,8
normál	6. 10.	5. 6.	212	1 860	3 130	Praha-Klementinum		3,2

[1]) Plus tři dny v květnu při náhlém ochlazení.
[2]) Včetně deseti dnů v květnu.
[3]) Včetně pěti dnů na začátku května.

Recenzoval: Vladimír Fridrich, dipl. techn.



Obr. 5.

Tab. 2. Topné období 1974/1975

Měsíc		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	Součet	Průměr
Počet dnů	Z	4	31	30	31	31	28	31	24	210	—
Průměrná t_e	[°C]	10,2	6,1	4,5	5,2	3,9	0.7	4,9	7,9	—	4,8
Dotápí se do	12 °C	1,8	5,9	7,5	6,8	8,1	11,3	7,1	4,1	—	—
	18 °C	7,8	11,9	13,5	12,8	14,1	17,3	13,1	10,1	—	—
Mezní klimatické číslo K_{12} gradnů		7	183	225	212	251	317	220	98	1 513	—
Topné klimatické číslo K_{18} gradnů		31	369	405	398	437	485	406	242	2 773	—
% 1974/1975		1	13	15	14	16	18	15	8	100	—
% normál[1])		—	8	14	18	20	16	14	9	99	—

[1]) Dlouhodobý normál počítá s podílem 1 % v květnu.

Kontrola $(210 . 6) + 1\,513 = 1\,260 + 1\,513 = 2\,773$, výpočet souhlasí. Výpočtem se určí průměrná venkovní teplota během topného období t_{ez} kontrolou z obou klimatických čísel:

$$1\,513 = 210 . (12{,}0 - t_{ez})$$
$$1\,513 = 2\,520 - 210 . t_{ez}$$
$$1\,007 = 210 . t_{ez}$$
$$t_{ez} = \frac{1\,007}{210} = 4{,}8\ °C$$

$$2\,773 = 210 . (18{,}0 - t_{ez})$$
$$2\,773 = 3\,780 - 210 . t_{ez}$$
$$3\,780 - 2\,773 = 210 . t_{ez}$$
$$t_{ez} = \frac{1\,007}{210} = 4{,}8\ °C$$

Tab. 3.

Období		Počet dnů	t_0 [°C]	Skutečná teplota [°C]
27. až 30. září	1974	4	10,2	skut. měsíční 14,8
říjen	1974	31	6,1	
listopad	1974	30	4,5	
prosinec	1974	31	5,2	
leden	1975	31	3,9	
únor	1975	28	0,7	
březen	1975	31	4,9	
1. až 24. duben	1975	24	7,9	skut. měsíční 8,6

Отопительный период 1974/1975 в Праге с точки зрения климатических величин

Инг. Р. Д. Страка

На основе метеорологических наблюдений, изданных Гидрометеорологическим институтом в Праге, составил автор подробный анализ климатических величин в отопительном периоде 1974/1975 г. В статье приведены характеристики этих периодов с термотехнической точки зрения, обработанные главным образом с уважением к потребностям проектантов и техников-производственников.

The climatic parameter during the heating seasons 1974/1975 in Prague

Ing. R. D. Straka

The autor sums up the meteorological mesaurements published by the Hydro-Meteorological Institute in Prague concerning the heating seasons 1974/1975 in Prague, and adds to the summing up a detailed analysis of the respective results.

There are also given basic data and thermotechnical tables prepared with respect to the needs of project and works engineers.

Die klimatischen Parameter während der Heizungssaisons 1974/1975 in Prag

Ing. R. D. Straka

Aufgrund der meteorologischen Beobachtungen, die vom Hydrometeorologischen Institut in Prag veröffentlicht wurden, fasst der Autor eine ausführliche Analyse von klimatischen Parametern während der Heizungssaisone 1974/1975.

Im Artikel sind die wärmetechnischen charakteristischen Daten erwähnt, die mit Rücksicht auf ihre Benützung von Projektanten und Betriebstechnikern ausgearbeitet worden sind.

Périodes de chauffe de 1974/1975 à Prague au point de vue des valeurs climatiques

Ing. R. D. Straka

Prenant pour base les observations météorologiques publiées par l'Institut de la hydrométéorologie à Prague, l'auteur établit une analyse en détail des valeurs climatiques pendant la période de chauffage de 1974/1975.

Dans l'article présenté on cite les caractéristiques de ces périodes au point de vue thermotechnique élaborées surtout en égard aux besoins des projeteurs et techniciens d'exploitation.

● **70 let Libereckých vzduchotechnických závodů**

V rámci oslav 70. výročí založení LVZ uspořádá strojnická společnost ČVTS s pobočkou LVZ a komitétem techniky prostředí ČVTS ve dnech 12. a 13. října 1976 v Liberci konferenci na téma:

„Technologie a konstrukce vzduchotechnických výrobků."

V prvé sekci se účastníci konference seznámí se současným výrobním programem LVZ, zkušenostmi s těmito výrobky a dodavatelskými možnostmi podniku.

Druhá sekce se bude zabývat technologií výroby a technologičností konstrukce vzduchotechnických výrobků s ohledem na pracnost výroby a životnost výrobků. Budou předneseny referáty o progresivních metodách výroby a montáže a o zkušenostech z jejich aplikace v ČSSR.

Plíhal

VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ ŽELEZNIČNÍCH OSOBNÍCH VOZŮ – I. ČÁST

ING. OLDŘICH VONDRÁK

Výzkumný ústav kolejových vozidel, Praha

Vytápění a větrání železničních osobních vozů představuje jednu z důležitých složek cestovního komfortu, která celoročně působí na miliony cestujících různého věkového a sociálního složení. Svým řešením i činností je charakteristické tím, že je vázáno na pohyblivý objekt. Tím musí vyhovovat velké proměnlivosti povětrnostních, klimatických a provozních vlivů. Přitom musí zůstat při dlouhé životnosti rozměrově i hmotnostně malé, musí vzdorovat značným jízdním otřesům a nárazům a nesmí být náročné na údržbu.

Cílem tří po sobě následujících článků je seznámit čtenáře se vznikem a vývojem vytápění a větrání železničních osobních vozů stavěných od minulého století na našem území a podrobněji popsat současně používané typické systémy a zařízení čs. výroby.

Mimo to je účelem upozornit zájemce na možnosti využití či aplikace příslušných zařízení a přístrojů v jiných oborech a tím umožnit jejich racionálnější výrobu i potřebnou inovaci.

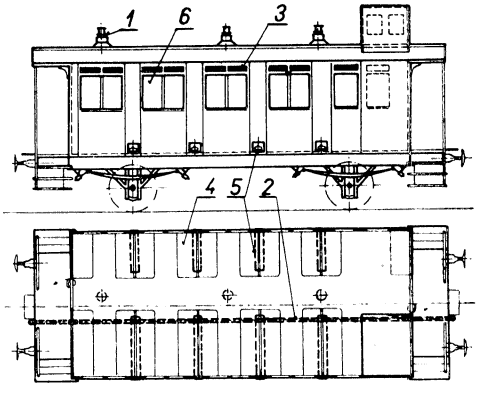
Recenzoval: Ing. B. Jelen

Historický vývoj

Konstrukce osobních vozů prvních parních železnic, které začaly v Evropě vznikat koncem první poloviny 19. století, byla velmi jednoduchá. Vozy neměly střechu ani okna, takže cestující byli vystaveni všem povětrnostním útrapám v létě i v zimě. Pouze u nejvyšší třídy se podobaly krytým přepychovým kočárům se zasklenými okny. Náznak vytápění se projevil později — pod nohy cestujících se kladly nádoby s horkou vodou nebo pytle s rozpáleným pískem [1], které se vyměňovaly při zastávkách vlaku.

Vyšší konstrukční nároky na vozy v sedmdesátých letech minulého století si vynutily řešit *vytápění* vozů jinými způsoby. Z počátku se používala kamna na dříví nebo dřevěné uhlí, která se umisťovala přímo ve vytápěném prostoru. Vytápění kamny však bylo nedostatečné, nerovnoměrné a nebezpečné z hlediska možnosti vzniku požáru. Přesto se tento jednoduchý způsob vytápění, avšak s dokonalými ståložárnými kamny, udržel u přípojných a služebních vozů do dnešní doby.

První třínápravové salónní vozy, dodané v roce 1875 smíchovskou firmou F. Ringhoffer (první vagónka v českých zemích), se již vytápěly teplým vzduchem, který se ohříval ve válcových kamnech na brikety z koksu a dřevěného uhlí. Kamna byla umístěna pod podlahou napříč k podélné ose vozu. Protože potíže s nerovnoměrným vytápěním vnitřku vozu, kouřením a obsluhou kamen se neodstranily, objevil se další způsob lokálního vytápění. Pod každým sedadlem byla plechová skříňka s venkovními dvířky, do kterých se vkládaly žhavé uhelné brikety (*obr. 1*).



Obr. 1. Uspořádání vytápěcího a větracího zařízení na osobním voze 3. třídy (vyrobený v roce 1887 Kopřivnickou vagónkou pro rakouskou Severozápadní dráhu).

1 — střešní větrač (deflektor), *2* — průběžné parní potrubí, *3* — nadokenní větrací mřížka, *4* — sedadlo, *5* — plechová skříňka na brikety, *6* — spouštěcí okno.

Pokusy vytápět parou se rovněž objevily kolem sedmdesátých let. Zmíněná smíchovská vagónka vyrobila v roce 1876 několik dalších salónních vozů, které se vytápěly mokrou parou odebíranou ze speciálního kamnového nástavce. Vysokotlaké parní vytápění s konvekčními otopnými tělesy a s průběžným (hlavním) parním potrubím se začalo prosazovat, přes počáteční potíže, až v osmdesátých letech. To již umožnilo odběr potřebné páry přímo z kotle parní lokomotivy [2]. Největší rozvoj tohoto způsobu vytápění nastal mezi oběma světovými válkami, kdy vznikla celá řada typů parního vytápění. Dovršením bylo nízkotlaké parní vytápění typu WFR, které zásluhou n. p. Juranovy závody (dříve firma Friedmann) bylo použito pro svou jednoduchost a spolehlivost u velkého počtu oddílových a velkoprostorových vozů z let 1950 až 1960. Postupné vyřazování parních lokomotiv v šedesátých letech zastavilo další vývoj parního vytápění, i když motorizace si ještě

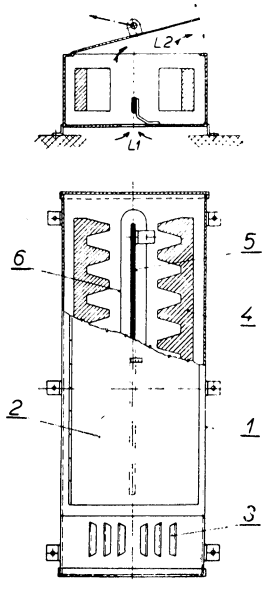
vynutila zavedení nového zdroje topné páry. Stal se jím na dieselových lokomotivách parní vyvíječ (generátor) s naftovým tlakovým hořákem [3].

Vyřešení problému elektrifikace železničních tratí před druhou světovou válkou a bouřlivý rozvoj elektrické trakce v poválečných letech znamenal zavedení nového systému vytápění u vozů lokomotivní trakce. Bylo to elektrické odporové konvekční vytápění napájené elektrickým proudem o vysokém napětí přímo z trolejového vedení. Použilo se jednak u osobních vozů v kombinaci se zmíněným parním vytápěním typu WFR, jednak samostatně u vozů elektrických jednotek dodávaných Vagónkou Studénka [4]. Výrobcem odporových konvekčních otopných těles byl v prvém případě n. p. ČKD Praha, v druhém případě n. p. MEZ Vsetín.

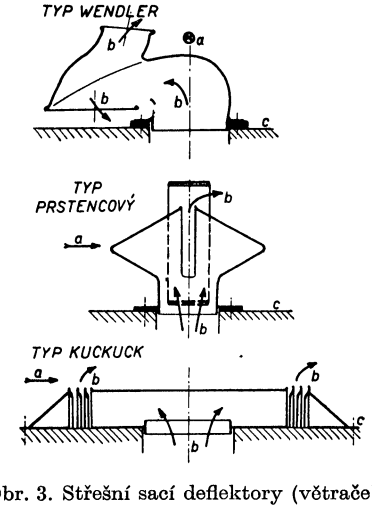
Po základní obnově poválečného parku osobních vozů v padesátých letech začaly růst nároky na cestovní komfort a hospodárnost provozu. To si vynutilo zavádění složitějších systémů vytápění — teplovodního a teplovzdušného, na jejichž vývoji se podílel Výzkumný ústav kolejových vozidel a bývalá Vagónka Tatra Smíchov. Teplovodní vytápění, které se ponejprv použilo u prototypu avantgardního velkoprostorového vozu inv. ozn. Bai 4300 z let 1957 až 1958, se v posledních letech rozšířilo u čtyřnápravových přípojných vozů. Teplovzdušné vytápění, které mohlo navázat na předválečné zkušenosti (např. na teplovzdušné vytápěcí zařízení firmy Brown—Boveri — ČKD Praga) i poválečné znalosti (ze série osobních vozů pro Bulharsko, z rozsáhlých zkoušek funkčního vzorku zkušebního vozu inv. ozn. Ba 3511 a následujícího prototypu oddílového vozu inv. ozn. ABa 2000 z roku 1960), se stalo v současné době standardním systémem osobních vozů řady Bai 514 [5] a poštovních vozů řady Fa 8-501/502 [6] z Vagónky Studénka. Výhradním výrobcem teplovzdušného vytápěcího zařízení se stal n. p. MEZ Postřelmov.

Rok 1928 znamenal pro ČSD počátek rozvoje motorizace na vedlejších tratích a tím vznik nového druhu vozidel — motorových a přípojných vozů. První motorové vozy se vytápěly výfukovým potrubím [7] a teprve později vodou z chladicího okruhu motoru. U přípojných vozů se používala ståložárná kamna na uhlí, přičemž kamna na petrolej či benzín se v provozu neosvědčila. Určitý pokrok v poválečných letech znamenalo zavedení parního kotlíku s naftovým hořákem o vozů řady Calm a samotížného teplovodního vytápění s kotlíkem na uhlí u dvounápravových přípojných vozů řad Clm a CDlm. Výraznou změnu ve vytápění vozů motorové trakce přinesl rok 1958, kdy byla v Juranových závodech zahájena výroba malých teplovodních a teplovzdušných naftových agregátů s rotačním hořákem [8]. To umožnilo vyřešit moderním způsobem vytápění celé řady dvounápravových i čtyřnápravových motorových a přípojných vozů, které vyráběla a bude vyrábět i v příštích letech Vagónka Studénka.

Určitou pozoruhodností bylo elektrické vytápění přípojných vozů [7], které se zkoušelo na ČSD v roce 1932 a 1936. Tyto vozy byly



Obr. 2. Akumulační elektrické otopné těleso pro přípojné vozy (výrobek firmy ČKD Praha). *1* — ochranný kryt s vnitřní reflexní vrstvou, *2* — regulační klapka s ovládacím táhlem, *3* — větrací otvory, *4* — akumulační keramická vložka, *5* — elektrické topné těleso 1 000 W/900 V, *6* — otvor pro přívod vzduchu, *L1* — chladný vzduch, *L2* — ohřátý vzduch.



Obr. 3. Střešní sací deflektory (větrače). *a* — směr proudění venkovního vzduchu, *b* — směr sání vzduchu z vnitřku vozu, *c* — střecha vozu.

vystrojeny buď speciálně lehkými odporovými otopnými tělesy či naopak těžkými akumulačními elektrickými tělesy (*obr. 2*). Elektrická energie se odebírala z motorového vozu, který měl dieselelektrický přenos výkonu. I když se tehdy tento způsob vytápění dále nerozšířil (z důvodů provozně technických), uvažuje se v současné době využít tohoto principu vytápění jako náhrada parního vytápění vozů tažených dieselelektrickou lokomotivou.

Podobný vývoj jako vytápění prodělalo i *větrání* vozů. U prvních uzavřených vozů, které měly úzké a těsné oddíly, nebyla téměř žádná možnost výměny vzduchu, neboť okna byla pevná. Také zde doba kolem roku 1870 přinesla „zdokonalení" — otevíratelná okna, která umožnila provětrání vnitřku vozu i za cenu průvanu. Teprve koncem osmdesátých let se začaly používat různé větrací klapky a deflektory (větrače) nad okny a na střeše (*obr. 3*), které obvykle ve spojení se střešní světlíkovou nástavbou umožňovaly bezprůvanové podtlakové větrání. Avšak jejich jednoduchost znehodnocoval nepatrný větrací výkon u stojícího nebo pomalu jedoucího vozu.

Skutečné zlepšení větrání, i u stojícího vozu, přineslo teplovzdušné vytápění a hlavně samostatné nucené stropní větrání, které bývá spojeno s ohřevem větracího vzduchu v zimním období. Nucené stropní větrání se ponejprv použilo u již zmíněného prototypu inv. ozn. Bai 4300, značného rozšíření doznalo v kombinaci s elektrickým odporovým vytápěním elektrických jednotek a s teplovodním vytápěním čtyřnápravových motorových a přípojných vozů z Vagónky Studénka.

OCENĚNÍ VÝROBKŮ NA VÝSTAVĚ PRAGOTHERM '75

Komitét techniky prostředí ČVTS na své 24. schůzi rozšířeného předsednictva dne 14. listopadu 1975 v Brně ocenil udělením diplomu vybrané výrobky vystavené na 8. mezinárodní výstavě techniky vytápění, větrání, klimatizace a chlazení Pragotherm '75 konané ve dnech 11.—18. 11. 1975 v Brně.

Na základě návrhu hodnotitelské komise bylo oceněno celkem 17 vystavených československých výrobků.

Z oboru vzduchotechniky byly oceněny:

Jednotka klimatizační SNA

Výrobce: Liberecké vzduchotechnické závody, n. p. Liberec-Vesec

Klimatizační jednotka nahražuje dosavadní výrobek ROYAL. Vyrábí se ve třech základních velikostech 400, 800, 1 200.

Výška je jednotná 645 mm a šířka 270 mm. Opláštěné jednotky mají délky 900, 1 180, 1 550 a bez pláště 685, 965, 1 335 mm. Otáčky jsou přestavitelné ve třech rozsazích.

U velikosti		
400 — 200 l/min,	300 l/min,	400 l/min,
800 — 350 l/min,	500 l/min,	800 l/min,
1 200 — 525 l/min,	750 l/min,	1 200 l/min.

Hladina akustického tlaku je závislá na zvolených otáčkách:

velikost	400—38 dB(A),	43 dB(A),	48 dB(A),
	800—40 dB(A),	45 dB(A),	50 dB(A),
	1 200—40 dB(A),	45 dB(A),	51 dB(A).

Tepelné výměníky na teplovodní vytápění jsou ve čtyřech provedeních (1Ř, 1,5Ř, 2Ř, 2Ř) o výkonu v rozsahu od 2 520 W do 13 350 W. Při parním vytápění je k disposici 5 výměníků o výkonu rozsahu od 2 980 W do 20 600 W při tlakové ztrátě 10 kPa až 100 kPa.

Výměníky na chlazení při vstupní teplotě vody 10 °C dávají výkon 1 080 W až 4 300 W a jsou opět ve čtyřech provedeních.

Ovládání jednotky, které je umístěno na horní levé straně pláště pod víčkem, pozůstává z trojstupňového spinače pro volbu otáček, z ovladače klapky venkovního vzduchu, z ovladače termostatu a z voliče druhu provozu (větrání, vytápění, chlazení).

Bližší údaje jsou uvedeny v podnikové normě PL 12 7459.

Radiální ventilátor jednostranně sací — typ RSB

Výrobce: JANKA ZRL n. p., Praha 5-Radotín.

Tyto ventilátory nahražují typ RSB. Jedná se o radiální středotlaké ventilátory s valivým uložením hřídele, poháněné elektromotory převodem klínovými řemeny.

Podle provedených zkoušek u velikosti ⌀ 250 byly ověřeny tyto údaje: objemové číslo $\varphi = 0{,}23$, tlakové číslo $\psi = 0{,}86$, celková účinnost $\eta = 0{,}84$.

Radiální ventilátor typu *RSB* se vyrábí v sedmi velikostech: 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000. Řada je volena tak, že ventilátory vykrývají zhruba pole celkových tlaků od 500 do 1 800 Pa při objemovém průtoku 0,25 až 10 m³/s.

Ventilátory se dodávají vesměs ve 12 polohách. Pouze u velikosti 250 se nevyrábějí polohy 5L a 6P a u velikostí 500 a 1 000 se nevyrábějí polohy 1L a 2P.

Ventilátory se mohou používat jen pro umístění v prostoru a pro dopravu vzdušin bez nebezpečí výbuchu a nejsou vhodné pro dopravu vzdušin s vláknitým prachem a vzdušin s příměsemi. Ventilátory nejsou plynotěsné.

Údaje o hlučnosti nebyly dosud změřeny.

Konstrukční sjednocení s nízkotlakým ventilátorem RNE zvýší sériovost dílů ve výrobě.

Bližší údaje jsou uvedeny v návrhu podnikové normy PK 12 3234.

Nástěnný ventilátor typ NV 26

Výrobce: Strojsmalt n. p., Pohorelá

Nástěnný ventilátor slouží na odsávání a přívod vzduchu do společenských místností, restaurací apod. Ventilátor je v celokovovém čtvercovém provedení a je konstrukčně přizpůsoben na zabudování do zdi. Z vnitřní strany je ventilátor opatřen pohyblivou žaluzií spojenou s vypínačem ovládaným visací šňůrou. Z venkovní strany je ventilátor opatřen ozdobnou mřížkou.

vzduchový výkon	670 m^3/h
tlak	47 Pa
rozměry	360 × 360 mm
průměr ventilátorového kola	⌀ 260 mm
otáčky	1 400 l/min

Ventilátorové lopatky jsou vyrobeny z pružné gumy. Hladina hluku je poměrně nízká. Ventilátor má reverzní chod.

Teplovzdušný agregát ST AR 300

Výrobce: Geologický průzkum n. p., Ostrava, závod Rýmařov

Teplovzdušný agregát na kapalná paliva typu Star 300 je vhodný pro teplovzdušné vytápění průmyslových hal, společenských místností, stavebních prostorů, skleníků, zemědělských objektů sušáren, apod.

Je vyroben z ocelového plechu a má tvar osmibokého hranolu. V čelní části je zavěšena palivová nádrž s vyhřívánim a pod ní je umístěn hořák na kapalná paliva. V horní části výměníku je umístěno hrdlo k odvodu spalin. V zadní části je v horní polovině výstupní hrdlo vytápěcího vzduchu a ve spodní polovině jsou připevněny radiální ventilátory. Agregát je v prvním dílu odvodu spalin opatřen výbušnou klapkou.

Jedná se o zmodernizovaný teplovzdušný agregát řady Star. Při větším výkonu vykazuje nižší hmotnost a vlivem zvýšené účinnosti též nižší spotřebu paliva.

rozměry	1 600/3 460 × 1 850 mm
množství vytápěcího vzduchu	11 000 m^3_n/h
tlak na výstupu	834 Pa
teplota vytápěcího vzduchu	70—110 °C
max. tepelný výkon	34 900 W (30 000 kcal/h)
teplota kouřových plynů	240 °C
palivo lehký topný olej nebo nafta	18—35 kg/h
vytápěný prostor	3 000—7 000 m^3

Z oboru vytápění byly oceněny

Pokojové termostaty řady REGO 942, 943

Výrobce: KOVOPOL n. p., Police nad Metují

Pokojové termostaty řady REGO 942 a 943 vznikly inovací vyráběných termostatů REGO 930, 931 a 941. REGO 942 je určen pro proud do 2 A a REGO 943 pro proud do 10 A. Jsou vhodné pro všechny druhy elektrických topidel, vyráběných v ČSSR. Stavebnicovou konstrukcí, kvalitou provedení i vnějším vzhledem snesou srovnání s podobnými zahraničními výrobky.

Teplotní vypínač V 2 a V 3

Výrobce: Zbrojovka Brno n. p., odštěpný závod Vyškov

Teplotní vypínače jsou určeny k vybavení teplovodních kotlů do 50 kW. Model *V2* je vybaven tykavkou a model *V3* kapilárou.

	V 2	*V 3*
Vypínací nastavená teplota	95 ± 3 °C	95 ± 3 °C
Trvanlivost	10 000 cyklů	10 000 cyklů
Přípustné zatížení	10 A, 250 V, 50 Hz	10 A, 250 V, 50 Hz
Hmotnost	0,32 kg	0,35 kg
Délka kapiláry	—	800 mm
Délka tykavky	130 mm	—

Automatický kombinovaný hořák AKH 15 PZ + L

Výrobce: První brněnská strojírna n. p., závod 09 Třebíč.

Dvoupalivový automatický hořák pro kapalná a plynná paliva s širokým rozsahem použití. Hořák odzkoušen SZÚ Brno.

Plynový adaptér SPLYT H 51, H 4

Výrobce: Okresní průmyslový a opravárenský podnik Valašské Meziříčí

Plynový adaptér Splyt H 51 je určen pro kotel H 51. Do kotle se vkládá spodními dvířky. Adaptér je vybaven regulátorem, automatickým zapalovačem a indikátorem hoření plamene. Vlastní hořáková souprava je sestavena ze 48 speciálních hořáčků, umístěných na 4 trubkách s hlavními tryskami, jejichž výměnou lze provést přestavbu na zemní plyn nebo svítiplyn. Plynový adaptér Splyt H 4 je určen pro kotel H4.

Parametry kotlů s adaptéry:

Kotel H 51 s adaptérem Splyt H 51			
		svítiplyn	zemní plyn
výkon	[W]	26 749	27 912
spotřeba plynu	[m³/h]	7,02	3,32
tlak plynu	[k Pa]	0,588	1,715

Kotel H 4 s adaptérem Splyt H 4			
		svítiplyn	zemní plyn
výkon	[W]	17 449	17 449
spotřeba plynu	[m³/h]	4,8	2,3

Elektrický akumulační kotel ELTA

Výrobce: Velorex, výrobní družstvo, Hradec Králové

Elektrický akumulační kotel ELTA se sestavuje z teplovodních zásobníků o obsahu 900 litrů. Do každého zásobníku je instalovaná elektrická topná vložka. Kotel je vybaven automatikou umožňující provoz bez obsluhy.

Počet zásobníků	Příkon [kW]	Hloubka	Šířka	Výška	Výkon [W]
3	27	1 158	1 589	2 400	9 652
4	36	1 158	1 589	3 200	13 374
5	45	1 158	1 589	4 000	17 793

Třípolohový regulátor topné vody

Výrobce: Inklemo, výrobní družstvo, Praha

Třípolohový regulátor topné vody, pracující v závislosti na venkovní teplotě a časovém programu. Regulátor je napájen 24 V nebo 220 V a ovládá mísící armaturu servomotorem.

Záskokový měnič

Výrobce: Inklemo, výrobní družstvo, Praha

Záskokový měnič pro napájení oběhových čerpadel je napájen 12 V akumulátorovou baterií. Záskokový měnič umožní při výpadku elektrického proudu několikahodinový provoz oběhového čerpadla teplovodní vytápěcí soustavy.

Teplovodní plynový kotel GASEX U 20

Výrobce: Kovopodnik města Brna

Teplovodní kotel GASEX je určen pro spalování svítiplynu nebo zemního plynu.

Plynový kotel MORA 668

Výrobce: Moravia n. p.

Automatický provoz pro zemní plyn nebo svítiplyn. Kotel svým provedením i technickými parametry se vyrovná zahraničním výrobkům stejné koncepce.

Konvektorové otopné těleso DESTILA NL 450, 600, 900

Výrobce: DESTILA, kovodělné družstvo, Brno

Otopné těleso konvektorového typu s malým vodním obsahem a malou hmotností. Bude vyráběno v těchto základních rozměrech:

Délka	[mm]	450, 600, 900
Hloubka	[mm]	155
Výška	[mm]	600/540 (šikmý výdech)

Skříň je z ocelového plechu, stavebnicového provedení. Teplosměnná plocha dvouřadá žebrovaná pozinkovaná v tavenině.

Litinový kotel LUMEX 11

Výrobce: Železárny a drátovny n. p., Bohumín

Litinový kotel LUMEX 11 pracuje na principu bezplamenného spalování plynu na povrchu zrněné keramické žáruvzdorné drti, uložené v reakčních komorách, které jsou vytvářeny spojením kotlových článků. Udávaný měrný výkon 116,3 kW/m² umožňuje podstatnou úsporu materiálu a malé rozměry.

Počet článků	Výkon [kW]	Hloubka [m]	Hmotnost [kg]
2	23,3—46,6	0,188	221
3	46,6—93,2	0,296	271
4	70,0—140	0,404	320
6	140—233	0,620	419

Univerzální teplovodní kotel DAKON UR-17

Výrobce: DAKON Krnov

Teplovodní kotel na tuhá, plynná i tekutá paliva s průtokovým ohřívačem vody. Technickými parametry a vnějším vzhledem patří nesporně mezi špičkové výrobky svého druhu.

Výkon	[W]	17 000
Výhřevná plocha	[m²]	0,9
Účinnost	[%]	74

Skříň k teplovodnímu kotli APOLLO 13

Výrobce: Stavební strojírenství n. p., Brno

Skříň, stavěná na kotel Apollo 13, obsahuje oběhové čerpadlo, směšovací čtyřcestnou armaturu, tlakovou expanzní nádobu, rozdělovač a příslušnou armaturu.

Šířka	512 mm
Hloubka	500 mm
Výška	770 mm

Fridrich—Kopřiva

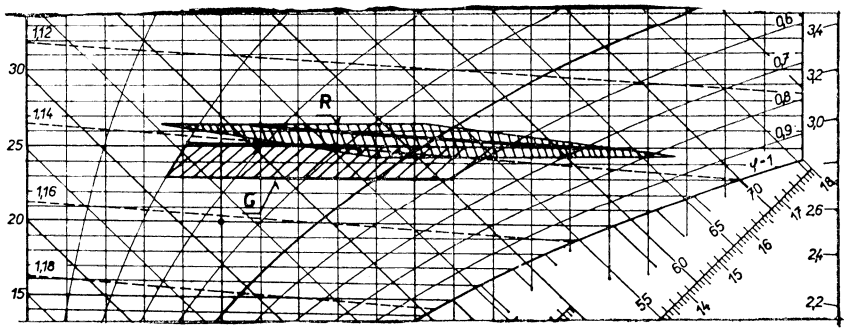
TEPELNÁ POHODA — NOVÉ SMĚRNICE A NORMY

Podle F. H. Rohles, R. G. Nevins: Klima + Kälte-Ingenieur č. 6, 1975, s. 205—212.

Nejprve se upozorňuje na vzestup požadovaných optimálních teplot vzduchu. Na počátku století činily tyto teploty 18—21 °C. Podle šetření Kansas State University z r. 1966 stouply optimální teploty téměř o 5 K.

Aby se ověřily normy tepelné pohody z r. 1960 bylo vystaveno 1600 mladých lidí ve věku 18-24 let, rozdělených do skupin po deseti (pět mužů a pět žen), působení dvaceti různých teplot vzduchu v rozmezí 16 až 37 °C a osmi různým relativním vlhkostem od 15 do 85 %. Doba zkoušky trvala vždy 3 hodiny a osoby při ní seděly u stolu, četly, tiše hovořily, nebo hrály karty. Oblečeny byly v bavlněné košili a kalhotech. Tepelně izolační hodnota oděvu byla 0,6 clo. Zkušební místnost měla rozměry 4 × 8 m a výšku 2,7 m. Povrchové teploty stěn se rovnaly teplotám vzduchu a rychlosti vzduchu v pásmu pobytu lidí byly pod 0,23 m/s. Po 1; 1,5; 2; 2,5 a 3 hodinách odevzdávaly pokusné osoby lístky, na nichž byla uvedena tato stupnice: *1* — zima, *2* — chladno, *3* — mírně chladno, *4* — pohoda, *5* — mírně teplo, *6* — teplo, *7* — horko. Průměrné hodnoty tepelného pocitu, vyjádřené čísly uvedené stupnice, s časem klesaly. U mužů byly vyšší (tj. považovali prostředí za teplejší) než u žen. Vliv vlhkosti byl podstatně menší než teploty. U žen hrála vlhkost menší roli než u mužů. Ze 160 pokusů byly podmínky v 15 případech označeny jako modální pásmo pohody. V tomto pásmu 94 % osob uvedlo po 3 hodinách pobytu podmínky „pohoda", nebo „mírně teplo" či „mírně chladno". Uvedené pásmo je ohraničeno teplotami a vlhkostmi vzduchu: 26,7 °C a 45 %; 26,7° a 15 %; 24,4° a 85 %; 24,4° a 45 % a je zakresleno do *i—x* diagramu vlhkého vzduchu na *obr. 1* (pásmo *R*). Autory článku byla odvozena z výsledků měření metodou lineární regrese rovnice tepelného pocitu ve tvaru (přepočteno ze °F na °C)

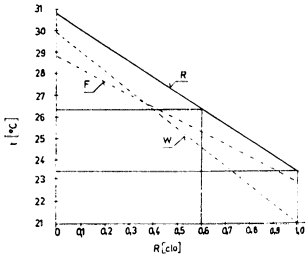
$$Y = 0{,}272t + 0{,}01\varphi - 3{,}54, \qquad (1)$$



Obr. 1. Pásma pohody v i—x diagramu (R — pásmo podle Rohlese a Nevinse; G — pásmo podle Gagge a spoluautorů).

kde Y je číslo ve stupnici pohody (1 až 7), t — teplota vzduchu [°C], φ — relativní vlhkost [%].

Dále byla autory článku odvozena přímka pohody, která je na obr. 1 silně vytažena a prochází bodem o teplotě 25,6 °C a relativní vlhkosti 50 %. Na obr. 1 je dále vyšrafované pásmo pohody podle autorů Gagge, Stolwijk a Nishi (pásmo G).



Obr. 2. Regresní přímky závislosti teploty t na izolační schopnosti oděvu R v modálním pásmu pohody. Závislosti byly stanoveny při relativní vlhkosti 50 %. (R — podle Rohlese a Nevise; F — podle Fangera; W — podle Winslow a Herringtona).

Výsledky zjištěné u mladých lidí byly srovnány s pocity pohody u skupiny starších lidí. Tuto skupinu tvořilo 47 mužů a 57 žen ve věku 65 let až 85 let. Střední hodnoty pocitu pohody byly sice u této skupiny poněkud vyšší než u mladých lidí, avšak rozdíly nebyly statisticky významné. Z toho autoři uzavírají, že věk neovlivňuje tepelný pocit, jsou-li podmínky v mezích modálního pásma pohody.

Dále byl sledován vliv oděvu na pohodu u sedících osob. Výsledky jsou vyneseny na *obr. 2* a ukazují, že proti standardnímu oděvu (0,6 clo) se při oděvu o 1,0 clo snižuje teplota na 23,5 °C. Pro neoblečeného sedícího člověka (0 clo) je k pocitu pohody zapotřebí teplota 30,9 °C. V obr. 2 jsou současně vyneseny výsledky podle prací Fangera (1967) a Winslow—Herringtona (1949).

Do rovnice (1) lze pomocí diagramu na obr. 2 zavést vliv tepelného odporu oděvu R, udaného v clo. Dostaneme přibližné vyjádření pocitu pohody z rovnice (odvozeno zpracovatelem tohoto rozhledu)

$$Y = (0{,}07R + 0{,}23)\,t + 0{,}01\varphi - 3{,}54 \qquad (2)$$

platné při sedmistupňové stupnici pohody pro účinnou teplotu okolních ploch rovnou teplotě vzduchu, rychlost vzduchu do 0,23 m/s a pro sedícího člověka při velmi lehké činnosti.

Oppl

● Hospodárnost v osvětlování

S růstem vyráběného množství světla a s růstem spotřebovaného množství světla se velmi zřetelně a důrazně prosazují do praxe parametry hospodárnosti.

Přes mnoho konkrétních opatření se hospodárnost ve využívání světla a osvětlovacích soustav (v návrzích i v provozu) velmi často projevuje škrtáním položek (tj. ochuzováním návrhu) a vypínáním zdrojů bez zdůvodnění záměru (tj. ochuzováním provozu). Jsou to nejpohodlnější cesty za uspořenými W, neboť nevyžadují celkem žádné úvahy a žádné hlubší znalosti. Je to ovšem i značný primitivismus, naprosto neodpovídající stavu poznání, možnostem a vývoji techniky a ani povinnostem zúčastněných.

Mr. Charles L. Amick (LD & A 1973/1) podrobuje vytvářející se situaci rozboru. Hluboká srovnávací analýza nákladů (provedená pomocí programu na počítači) je nejvhodnější cestou za objektivními průkaznými hodnotami, jejichž význam v rámci výrobního závodu není zanedbatelný a v rámci sdružení nebo územně je zcela určitě nutný!

Ovšem taková analýza je možná v každém návrhu a v praxi potom zpětně z původního návrhu. Subjektivnost pojetí úspor má své místo v hospodárnosti stejně jako rozbory.

Cesta rychlého hodnocení situací (třeba neopakovatelných) a následujících drobných úspor (zpravidla jen v konkrétních podobách), která vedle uspokojení z pracovního zapojení je i součástí další účasti pracovníků na ekonomickém příspěvku pracoviště k vývoji podniku uspokojuje. Ne vždy je tomu však přikládán správný smysl.

(*LCh*)

● Svítidlo bez elektrického přívodu

S novými hmotami a novými technologiemi nebezpečných prostorů (= elektricky nebezpečných) nejen neubývá, ale stále častěji a častěji se problémy stávají složitějšími. Proto i některé konstrukce zařízení, ve snaze co nejlépe vyhovět podmínkám bezpečnosti, daleko překračují technické „meze" (takže vzniká otázka, zda se rozšíří a udrží).

Pro nejnebezpečnější prostředí bylo zkonstruováno svítidlo bez přívodu elektrické energie, s vlastním generátorem na stlačený vzduch — tedy s vlastní elektrárničkou. Starší konstrukce (spíše pokusy) vytvářely pulsující světelný tok pro použití zcela nevhodný.

V nové konstrukci je 80 W rtuťová výbojka (3600 lm) napájena generátorkem o 12 000 otáčkách/min při tlaku vzduchu 3—7 bar a frekvenci 600 Hz. Svítidlo je nerozbitné a celkově dokonale chráněné: je hermeticky uzavřené (všechna místa, kde je možný vznik jiskření) a podtlakově zajištěné. Přívody stlačeného vzduchu lze většinou považovat za zcela a trvale bezpečné.

Scope 1972 (*LCh*)

● Odraz energetické krize?

Energie, spotřebovávaná na světlo, činí sice pouze několik % z celkové spotřeby elektrické energie — samozřejmě však i tu lze spořit. Úspory získáváme dvěma cestami — první je techničtější (logičtější a na úrovni) zvyšováním měrného výkonu zdrojů (lm/W), jak o to usilují vývojoví technici všech světových výrobců zdrojů, druhá (málo logická až pochybná) je v praxi známým zhášením, tj. snižováním příkonu výměnou zdrojů atd.

K té druhé cestě nabádá fa. Westinghouse USA: využívá rychle energetické krize a zdražení elektrické energie (a ovšem i malé technické soudnosti uživatelů) a dává na trh tzv. úspornou řadu zdrojů světla. Spotřebitel „ušetří" na příkonu, trochu sice sám sebe ošidí — ale pocit dobrého konce zůstává.

Nové zdroje jsou samozřejmě konstrukčně obdobné zdrojům dosavadním a jsou proto zaměnitelné; cenové relace (pořizovací náklady) zůstávají zachovány. Výrobce nabízí:

— žárovky (pro všeobecné osvětlování) 54, 90 a 135 W místo 60, 100 a 150 W; úspora energie asi 10 %, měrný výkon o 14 % nižší.
— zářivky (pro všeobecné osvětlování) 34 a 60 W místo 40 a 75 W; úspora energie 15—20 %, pokles měrného výkonu zanedbatelný.
— vysokotlaké rtuťové výbojky 300 W místo 400 W; úspora energie až 25 %, měrný výkon o 15—33 % nižší.

Podle Narva Plauen dokum. (*LCh*)

● Racionalizace a m odernizace v průmyslovém osv ětlování

Vazby racionalizačních parametrů na zvyšování účinnosti výroby jsou přímé. Rychlejšímu postupu a uskutečňování těchto vazeb stojí řada překážek, vyplývajících z okamžitých situací.

V oboru světla a osvětlování jsou omezujícími činiteli:

— především staré osvětlovací soustavy, které sice mají ekonomický život za sebou, ale vyměnit je je zdánlivě škoda,
— dále staré budovy a jejich vybavení (které působí prostorové omezení s vazbou na technologii),
— konečně jsou jimi ukazatele, navazující z mnoha stran na problematiku využívání světla (jako hmoty) a osvětlování (jako součásti mikroklimatu prostoru) — nasazení osob a využívání denního osvětlení, nedůvěra v nové aplikace postupů dosud neužívaných — osvětlení sdružené a osvětlení bezokenních prostorů.

Osvětlovací soustavy stárnou ve zdrojích i svítidlech a ovšem i v některých užších principech (pokud neuvažujeme samu výměnu výrobních prostředků). Technická hlediska problematiky lze vyřešit i technickou cestou — údržbou a výměnou zdrojů po skončení ekonomické doby života (nebo náhrada ekonomicky výhodnějšími zdroji) a údržbou a výměnou svítidel, když jejich poruchovost přestoupila meze ekonomie údržby (aplikace nových materiálů i kompletních konstrukcí). Psychofyziologická hlediska (která se s probíhajícími výzkumy mění) je třeba průběžně sledovat a jim se přizpůsobovat; děje se to obvykle skoky, tj. kvalitativními změnami šíře založenými (spolu se změnami prostoru a jeho náplně). Tyto změny jsou téměř vždy vázané na změny zrakové náročnosti — tj. technologie, výrobních prostředků i na změny pracovníků, např. na změny věkového průměru apod. Přináší je automatizace, dálková kontrola, pásová a hromadná výroba.

Pod takovýmito zornými úhly jsou v NSR přezkoumávány světelně technické normy pro výrobní prostory. Cílem těchto prací je široký soulad výrobních prostorů a technologie se současnou úrovní prostředků a techniky osvětlování se zvláštním zřetelem na lidského činitele a jeho psychiku.

Podle Energie Anwendung 1973 (*LCh*)

Gesundheits-Ingenieur 96 (1975), č. 9

— Die Simulation des instationären thermischen Verhalten klimatisierter Räume mit einem elektrischen Analogiemodell nach Beuken (Simulace nestacionárního tepelného chování klimatizovaných místností za použití elektrického analogového modelu podle Beukena) — *Zeller M.*, 218—230, 235—238.

Gesundheits-Ingenieur 96 (1975), č. 10

— Modellverfahren zur biologischen Entphosphatung kommunaler Abwässer. III. Biologische Entphosphatung biologisch vorgereinigten kommunalen Abwässers eines Klärwerkes (Modelová technika biologického odfosfátování komunálních odpadních vod. III. Biologické odfosfátování biologicky předčištěné komunální odpadní vody čistírny) — *Bringmann G., Kühn R.*, 249—251.
— Planerische Konception für die Ansiedlung von immissionsrelevanten Industrieanlagen (Plánovitá koncepce osídlení průmyslových oblastí s vysokým stupněm imise) — *Vogl J.*, 3/255.
— Modelluntersuchung über die Belastbarkeit des Raumes Ingolstadt-Neustadt durch Schwefeldioxid (Zjišťování na modelu znečištění kysličníkem siřičitým prostoru Ingostadt-Neustadt) — *Strauss R.*, 4/256—5/257.
— Berechnungen über den Einfluss von Schwefelminderungsmassnahmen auf die regionale SO_2-Immission (Výpočty vlivu opatření na snížení siřičitých sloučenin na regionální imisi SO_2) — *Löblich H. J.*, 6/258—10/262.
— Messung und Registrierung von Schadstoffen, Abgasmengen und Temperaturen in Prozessschornsteinen (Měření a registrace škodlivin; množství kouřových plynů a teploty u komínů) — *Köhler K.*, 12/264—20/272.
— Berücksichtigung der Luftverunreinigungen von Leckagen bei Anlagen der Mineralölindustrie in Rahmen der Emissionserklärung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (Uvážení atmosferických znečištěnin, unikajících vlivem netěsností zařízení v průmyslu minerálních olejů, v rámci objasnění emisí podle zákona na ochranu proti imisím v NSR) — *Schwanecke R.*, 21/273—27/279.
— Ausgewählte emissionsmindernde Massnahmen an Raffinerieanlagen unter besonderer Berücksichtigung von Boden- und Hochfackel-Systemen (Vybraná opatření na snížení emise u rafinerií) — *Michaelis K.*, 29/281—35/287
— Probleme bei der Verladung von Raffinerieprodukten (Problémy při nakládání rafinovaných produktů) — *Tiebel W.*, 36/288—27/289.
— Derzeitiger Stand der Rückstandentschwefelung und Prognosen über die Realisierbarkeit (Současný stav odsiřování odpadních plynů a prognózy realizace) — *Hamann R.*, 38/290 — 43/295.

Heating, piping, air conditioning 47 (1975), č. 9

— The energy scene: a can of worms (Energetická situace) — *Pannkoke T.*, 39—42.
— A critical look at total energy systems and equipment (Kritický pohled na systémy a zařízení úplného využití energie) — *Gamze M. G.*, 43—47.
— Energy conservation and HVAC: an introduction (Uchovávání energie a vytápění, větrání a klimatizace: úvod) — *Ambrose E. R.*, 48—49.
— How new technology may save energy in existing buildings (Nová technologie šetří energii v již postavených budovách) — *Bridgers F. H.*, 50—55.
— Two phase booster ejector for air conditioning and refrigeration cycles (Dvoufázový zesilující ejektor pro cykly klimatizace vzduchu a chlazení) — *Lee A. L.*, 56—59.
— Steam: a state of the art update (Pára: současný stav jejího využití) — *Coad W. J.*, 60.
— Nomograph determines circular equivalents of rectangular ducts (Nomogram stanoví kruhové ekvivalenty obdélníkových kanálů) — *Caplan F.*, 63—64.
— Clima 2000: highlights of the Milan conference (Klima v roce 2000 — téma konference v Miláně) — *Field A. A.*, 67—68, 70, 73—74.

Heating, piping, air conditioning 47 (1975), č. 10

— Dissecting computer programs (Rozložené počítačové programy) — *Chen S. Y. S.*, 41—47.
— HTGR containment ventilation systems (Vysokoteplotní objemové větrací systémy plynových reaktorů) — *Krane P. M.*, 48—51.
— Judging the results of an energy conservation program (Hodnocení výsledků energetického programu uchovávání energie) — *McClure Ch. J. R.*, 52—57.
— Energy conservation and HVAC. Architectural aspects (Uchovávání energie a vytápění, větrání a klimatizace. Architektonická hlediska) — *Ambrose E. R.*, 58—59.
— Brush cleaning of condenser tubes saves power, costs (Čištění kondenzátorových trubek kartáči šetří energii a náklady) — *Kragh R. W.*, 60 — 64.
— More on the energy hypothesis (Více o energetických představách) — *Coad W. J.*, 65—66.
— Nomograph determines resistance equivalents of valves and fittings (Nomogram stanoví ekvivalenty odporu ventilů a fitinek) — *Caplan F.*, 69—70.
— Aluminium radiators: initiative pays off (Hliníkové radiátory: počáteční náklady) — *Field A. A.*, 71—75.
— Fuel oil additives (Aditiva do palivových olejů) — *Blake R. T.*, 79—83.

Heating, piping, air conditioning, 47 (1975), č. 11

— Life safety concepts for today's high rises (Protipožární opatření ve výškových budovách) — *Grupp D. C.*, 43—47.
— GSA's systems approach to energy conservation (Přístup systémů General Services Administration k uchovávání energie) — *Ramsey R. R., Hronek S.*, 48—52.
— Specifying maintenance for HVAC systems (Specifika údržby vytápěcích, větracích a klimatizačních systémů) — *Gupton G. W.*, 53—56.
— Dissecting computer programs: a practicing engineer's view. The state of the art. Computation methods—heat gain, cooling load. System simulation (Rozložené počítačové programy: pohled technika. Současný stav. Výpočetní metody — tepelný zisk, chladicí zátěž. Simulace systému) — *Chen S. Y. S.*, 59—65.
— The computer and HVAC system design (Počítač a návrh vytápěcího, větracího a klimatizačního systému) — *Coad W. J.*, 66.
— Heat recovery from air systems (Zpětné získávání tepla z větracích systémů) — *Field A. A.*, 73, 75—78.

Heizung Lüftung Haustechnik 26 (1975), č. 10

— Die öffentliche Fernwärmeversorgung in der Bundesrepublik Deutschland (Veřejný dálkový rozvod tepla v NSR) — *Gnugesser E., Behrndt E.*, 351—354.
— Kesselfolgeschaltung mit anpassbarer Wasserverteilung bei unterschiedlichen Laststufen (Postupné zapojení kotle s upraveným rozvodem vody za různých stupňů zátěže) — *Lillich K. H.*, 355—359.
— Wasserabkühlung in Fernleitungen bei periodisch wechselnden Temperaturen (Ochlazování vody v dálkových potrubích za periodicky se měnících teplot) — *Homonnay G., Hoffmann A.*, 360—364.
— Schwerölbefeuerte Kesselanlage mit besonderen Einrichtungen für Schwachlastbetrieb (Kotelní zařízení na spalování těžkého oleje se zvláštním upravením pro provoz s malým zatížením) — 365—366.
— Energiekostenermittlung bei beheizten Freischwimmbädern (Zjišťování energetických nákladů u vytápěných plaveckých bazénů ve volné přírodě) — *Rado L.*, 367—372.
— Energieeinsparung durch Umluftbetrieb bei Absauganlagen am Beispiel der holzverarbeitenden Industrie (Úspora energie cirkulací vzduchu u odsávacích zařízení na příkladu dřevozpracovávajícího průmyslu) — 372.
— Möglichkeiten und Grenzen der Energieeinsparung in der Wohnungswirtschaft (Možnosti a hranice energetické úspory v bytovém hospodářství) — 374.

Heizung Lüftung Haustechnik 26 (1975), č. 11

— Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Betrieb von Klimaanlagen (Předpoklady hospodárného provozu klimatizačních zařízení) — *Rákóczy T., Lenz H.*, 384—392.
— Erdreichtemperaturen bei Wärmeentzug mittels Wärmepumpe (Teploty zeminy při odnímání tepla tepelným čerpadlem) — *Rouvel L.*, 393—396.
— Leistungsregelung und Reifschutz bei der Wärmerückgewinnung mit kreislaufverbundenen Rippenrohr-Wärmeaustauschern (Regulace výkonu a ochrana proti námraze při zpětném získávání tepla výměníky tepla se žebrovanými trubkami) — *Richarts F.*, 397—404.
— Wärmerückgewinnung mit rekuperativen Wärmeaustauschern (Zpětné získávání tepla rekuperativními výměníky tepla) — *Jüttemann H.*, 405—408.
— Energiekostenermittlung bei beheizten Freischwimmbädern (Zjišťování energetických nákladů u vytápěných plaveckých bazénů ve volné přírodě) — *Rado L.*, 409—413.
— Italiens Klima- und Sanitärbranche hofft auf Belebung des Baumarktes (Obor klimatizace a zdravotní techniky v Itálii doufá v oživení stavebního trhu) — 414.

Klima-Kälte-Technik 17 (1975), č. 7/8

— Regelung und Steuerung von Wärmepumpenanlagen (Regulace a řízení tepelných čerpadel) — *Schwede W.*, 161—163.
— Hygienetechnologische Gesichtspunkte bei der Planung und Überwachung von Klimaanlagen für Räume mit besonderen Reinheitsanforderungen (Schluss) (Navrhování a kontrola klimatizačních zařízení pro místnosti se zvláštními požadavky na čistotu z hlediska hygienického; závěr) — *Krüger D., Melchert H.*, 163—167.
— Klimatechnik im Krankenhaus. Heilerfolge durch Trockenluftbehandlung von Hautverbrennungen (Klimatizace v nemocnici. Úspěšné léčení spálenin kůže úpravou suchého vzduchu) — 168.
— Philips-Experimentierhaus in Aachen. Neue Lösungen durch Solarenergie? (Experimentální dům v Cáchách firmy Philips. Nová řešení pomocí sluneční energie?) — 170—173.
— Strahlgesetze und Raumströmung. Schluss (Zákony proudu a prostorové proudění; závěr) — *Regenscheit B.*, 175—178.
— Klima- und Kältetechnik auf der ish '75 (Klimatizační a chladicí technika na mezinárodní výstavě zdravotní techniky a vytápění v r. 1975) — 180—185.

Klima-Kälte-Technik 17 (1975), č. 9

— Einsatz von Luftionisationsgeräten: ja oder nein? (Použití přístrojů k ionizaci vzduchu: ano nebo ne?) — 186—187.
— Hochaseptische Operationsräume durch Reinraum-Klimaanlagen mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung (Vysoceaseptické operační místnosti za použití klimatizačních zařízení pro čistý prostor s výtlačným prouděním o malé turbulentnosti) — *Heise J. G.*, 189—194.
— Kontroll- und Regeleinrichtungen für Luft-

filter (Kontrolní a regulační zařízení filtrů vzduchu) — *Ochs H. J.*, 194—197.
— Medizinische Anwendung elektrisch erzeugter Luftionen (Lékařské využití elektricky vyráběných vzduchových iontů) — *Regenscheit B.*, 200—201.

Klima-Kälte-Technik 17 (1975), č. 10

— Wärmepumpenanalage für 40 Einfamilienhäuser (Zařízení s tepelnými čerpadly pro 40 rodinných domků) — *Szokody G.*, 212—214.
— DVK-Jahrestagung 1975 in Bad Dürkheim (Výroční zasedání 1975 německé společnosti pro chlazení a klimatizaci) — 217—218, 220.
— Wirtschaftlicher Betrieb und Werterhaltung haustechnischer Anlagen (Hospodárný provoz a údržba domovně technických zařízení) — *Schütte J. A.*, 220, 222—224.
— Klima- und Kältetechnik auf der ish '75 (Klimatizační a chladicí technika na mezinárodní výstavě zdravotní techniky a vytápění v r. 1975) — 226, 228—230.

Light and Lighting 68 (1975), č. 5/6 May/June

— The preparation of an international guide to interior lighting (Příprava ke zpracování mezinárodní směrnice pro vnitřní osvětlování) — *Brown G. D.*, 96—101.
— New Covent Garden Market (Osvětlení tržnice) — *Salmon G. C., Diment F. E. G.*, 106—112.
— Daylighting: a current view (Běžný pohled na denní osvětlení) — *Longmore J.*, 113—119.

Lighting design and application 5 (1975), č. 5

— Meat packer cools lighting emergencies (Nouzové osvětlení v chladírnách při zpracovávání masa) — *Leet C. H.*, 12—13.
— OSHA (Occupational safety and health act) four years later (Bezpečnost práce a zdravotní zařízení po čtyřletém vývoji) — *Sands L. P.*, 17—19.
— Cincinnati's regional airport (Osvětlení letiště) — *Hahn H. R.*, 20—24.
— Rx for hospital lighting (Návrhy pro nemocniční osvětlování) — 24—29.
— Office lighting and performance (Proměnné osvětlování v kancelářích) — *Taylor L. H., Sucov E. W., Shaffer D. H.*, 30—36.
— What's new in ac systems (Co nového v soustavách nouzového osvětlení) — 37—38.
— Heating with light (Vytápění světlem) — *Johnson F. D.*, 39—41.

Lighting design and application 5 (1975), č. 6

— Conference San Francisco '75 — abstracts (Abstrakta z Národní konference CIE v San Francisku 75) — 26—41.
— Stage lighting—from Garrick to Belasco (Historický pohled na osvětlování jeviště) — *Nelson W.*, 43—54.
— Stage lighting—from incandescence to electronic dimming (Od stmívání žárovek po elektronické stmívače na jevištích) — *Tanil J. N.*, 55—60.
— Front light possitions—an informal plea to diversity (Rampové světlo pro čelní nasvětlování — informovaná obhajoba proměnnosti) — *Davis B.*, 62—68.

Lichttechnik 27 (1975), č. 4

— Ein exklusieves Beleuchtungssystem (Stavebnicová osvětlovací soustava) — 138.
— Lichteffekte in der Malerei (Světlo v malířství) — *Schnetger H.*, 146.
— Funktionelle Erfordernisse für Systeme der Blendungsbegrenzung (Funkční požadavky na systémy omezující oslňování) — *Schreuder D. A.*, 148—150.
— Hannover-Messe 1975 (Veletržní nabídka) — 163—170, 172—188.

Lichttechnik 27 (1975), č. 5

— Das Wohnraumleuchtenangebot (Nabídka bytových svítidel na Hannoverském veletrhu 1975) — *Muth W.*, 205—210.
— Akari-Leuchten aus Japan (Japonská svítidla) — 211.
— Anstrahlung der Burgruine Weibertreu, Weinsberg (Osvětlení hradní zříceniny) — *Rabenhorst W., Roleder E.*, 212.
— Die Qualität der öffentlichen Beleuchtung als Faktor der Verkehrssicherheit (Kvalita venkovního osvětlení jako předpoklad bezpečnosti provozu) — *Walthert R.*, 219—220.

Lichttechnik 27 (1975), č. 6

— Neue Lichtquellen (I) (Nové světelné zdroje — I) — *Günther M.*, 236—238.
— Zweckleuchten 75, Lichttechnischer Messerückblick (Účelová svítidla roku 1975 — přehled z veletrhu v Hannoveru) — 239—242.
— Sicherheitsbeleuchtung in Vorschrift und Anwendung (I) (Bezpečnostní osvětlení — předpisy a použití — díl I.) — *Pointner E.*, 244—245.
— Einsatzmöglichkeiten eines Klein-Computers für lichttechnische Berechnungen (Možnosti použití malého počítače pro světelně technické výpočty) — *Haeger F., Prahl W., Stockmar A.*, 246—249.

Luft- und Kälte-Technik 11 (1975), č. 5

— Wärmelast und Raumtemperatur — Stand und Tendenzen (Tepelná zátěž a teplota prostoru. Stav a směry) — *Petzold K.*, 232—236.
— Die Wirksamkeit des VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik Dresden für den Umweltschutz in der DDR (Činnost kombinátu vzduchotechniky a chladicí techniky v Drážďanech na ochranu životního prostředí v NDR) — *Heinrich G.*, 236—240.

— Über das Verhalten ebener horizontaler Zuluftstrahlen im begrenzten Raum (O chování rovinných, horizontálních proudů přiváděného vzduchu v ohraničeném prostoru) — *Schwenke H.*, 241—246.
— Ein Beitrag zur Wärmelastberechnung bei variabler Raumlufttemperatur (Příspěvek k výpočtu tepelné zátěže při proměnné teplotě vzduchu v prostoru) — *Trogisch A.*, 246—249.
— ILKA-Befeuchtungssystem — Axialsprühventilator (Zvlhčovací systém ILKA — axiální ventilátor s rozprašováním) — *Scheunemann K. H., Mucke E., Uhlmann S., Heyde J.*, 250—256.
— Komplexes Programmsystem zur Kompressorsimulation (Komplexní programový systém k simulaci kompresoru) — *Krug W., Najork H., Schulz L.*, 256—259.
— Anwendungserprobung von lüftungstechnischen Anlagen in Tierproduktionseinrichtungen (Ověření použití vzduchotechnických zařízení v prostorách pro chov dobytka) — *Pauls J., Kosbab H.*, 259—263.
— Grundzüge der Korrosion und Korrosionsverhinderung an lüftungs- und kältetechnischen Erzeugnissen (Základy koroze a zamezení koroze u vzduchotechnických a chladírenských výrobků) — *Häntzschel H., Sauer L.*, 263—268.

RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 30 (1975), č. 5

— 8. ish (Novinky na 8. ish) — 340, 344, 348, 352, 354, 359, 362—363, 366.
— Keune: Ausstattung macht Bad zum Festsaal (Výrobky fy. Keune vytvoří z koupelny slavnostní společenský prostor) — 342—343.
— Hoesch: Farb- und Formen-Explosion in Acryl (Barevná a tvarová exploze ve výrobcích fy. Hoesch) — 350—351.
— Küchentechnik (Příloha „Technika v kuchyni") — K 175—K 232.

RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 30 (1975), č. 6

— Positionsverbesserung im reduzierten Stahlheizkesselmarkt (Zlepšení pozice na zredukovaném trhu ocelových otopných kotlů) — 395—397.
— 8. ish (Novinky na 8. ish) — 401—404, 406—408, 410, 412.

Sanitär- und Heizungstechnik 40 (1975), č. 5

— Pneumatische Beseitigung von Haushaltmüll (Pneumatické odstraňování smetí z domácností) — *Bickel E.*, 289—290.
— Das Mollier-Schaubild für feuchte Luft in SI-Einheiten (Mollierův diagram pro mokrý vzduch v SI-jednotkách) — *Temke G.*, 291 až 293.
— 8. ish — Immissionsschutzgerechte Heizkessel (Vývoj topných kotlů na 8. ish — ochrana prostředí) — 294—297.
— Verbesserung im Detail (Vylepšování v detailech otopných zařízení — 8. ish) — 298 až 301.
— Haus- und Maschinentechnik des Wellen-Hallenbades Warnemünde (Technické vybavení halových lázní s umělým vlněním ve W.) — *Knobloch W.*, 302—304.
— Hygiene im Schwimmbecken (Komentář ke směrnicím o přípravě vody pro bazény — hygiena v bazénech) — *Herschman W.*, 305 až 308 pokrač.
— Realer Wasserverbrauch in Wohngebäuden (2) (Skutečná spotřeba vody v bytových objektech — díl 2.) — *Knoblauch H. J., Bauer H. W.*, 309—312.
— Heizungs- und Lüftungs-Regelungstechnik (9) (Regulace ve vytápění a větrání — základy a aplikace — díl 9.) — 315—320 pokrač.
— Heizkessel auf der 8. ish (Topné kotle na 8. ish — přehled) — 322, 324, 326, 328, 330, 332, 334.
— Sanitärneuheiten auf der 8. ish (Novinky ve zdravotní technice na 8. ish — přehled) — 336, 338.
— Küchentechnik 3 (Technika v kuchyni 3, květen 75) — K 176—K 232.

Sanitär- und Heizungstechnik 40 (1975), č. 6

— Gebäudetest: Zusätzliche Geräuschdämmung an Abwasserleitungen (Testování budov: přídavné zvuk tlumící zařízení na vodovodní potrubí) — *Adam H. H., Quast H. K.*, 356 až 358.
— Schwimmbadtechnik auf der 8. ish: Filter und Heizung an jedem neuen Becken (Technické vybavení plaveckých bazénů na 8. ish — filtry a vytápění do každého nového bazénu) — 359—363.
— Ist bei Schutzfiltern die Feinfiltration unter 20 Mikrometer von Nutzen (Je pro ochranné filtry nutná jemná filtrace pod 20 μm) — *Dopslaff J.*, 364—366.
— Hygiene im Schwimmbecken (pokrač. Hygiena v bazénech) — *Herschman W.*, 367—370 pokrač.
— Probleme der Heizflächenverschmutzung (Problémy znečišťování a zanášení topných ploch) — *Rancusse M.*, 371—375.
— Heizungs- und Lüftungs-Regelungstechnik (10) (Regulace ve vytápění a větrání — základy a aplikace, díl 10.) — 376—380 pokrač.
— Sanitärneuheiten auf der 8. ish (Novinky ve zdravotní technice na 8. ish — přehled) — 382, 384, 386.

Schweizerische Blätter für Heizung und Lüftung 42 (1975), č. 3

— Technische Klima-Daten für die Schweiz (Technické klimatické údaje pro Švýcarsko) — *Drotschmann H.*, 42—44.
— Le systéme à debit variable — un système de climatisation économiseur d'énergie (Systém s proměnným průtokem — klimatizační systém s úsporou energie) — *Steinacher H. F.*, 44—47.

— Leuchtensysteme im Zusammenhang mit dem protecta-sol-Abluftfenster Osvětlovací systémy v souvislosti s oknem „protecta-sol", s ochranou proti slunečnímu záření) — *Aemisegger E.*, 48—54.
— Bemessung und Beurteilung von Heizkesselkonstruktionen mittlerer Grösse auf Grund von Dehnungsmessungen und Druckversuchen (Stanovení rozměrů a posouzení konstrukcí vytápěcích kotlů střední velikosti na základě měření dilatace a tlakových zkoušek) — *Schädler J.*, 54—58.
— Das Zonenventil eine echte Alternative zum thermischen Radiatorventil (Pásmový ventil pravá alternativa k termostatickému radiatorovému ventilu) — *Fravi H.*, 58—61.

Stadt- und Gebäudetechnik 29 (1975), č. 6

— Die HLS-Anlagen im FDGB-Erholungsheim „Am Fichtelberg" Oberwiesenthal (Zdravotně technická zařízení v rekreačním objektu FDGB v O.) — *Knobloch W.*, 161—166.
— Zur Projektierung von Klimaanlagen und zur Auswahl klimatechnischer Erzeugnisse (Navrhování klimatizačních zařízení a volba potřebných výrobků) — *Kupschick W.*, 166—169.
— Lufttechnische und klimatechnische Erzeugnisse der sozialistischen Länder — ihr Einsatz im Wohnungsbau und Nachfolgeeinrichtungen (Vzduchotechnická a klimatizační zařízení socialistických zemí — jejich použití v bytové výstavbě a při opravách) — *Wohllebe G.*, dokonč., 169—171.
— Serienventilatoren für Gebäude (Sériové ventilátory pro vnitřní použití) — *Schlender F.*, dokonč., 171—174.
— Arbeitsunterlage zur Konzipierung der Luftführung im Raum (Nomogram k určování pohybu vzduchu v prostoru) — *Hoffmann G., Schwenke H.*, 174—175.
— Luftheizung im Wohnungsbau (Vytápění obytných budov teplým vzduchem) — *Heinz E.*, 176—178.
— Entwicklung zur 6. Baukonferenz Technische Stationen für die WBS 70 — Komplexstationen (Vývoj u příležitosti 6. Stavební konference k výstavbě rozvoden a výměníkových stanic) — *Eisfeld S., Kleinwächter M.*, 179—182.
— Warmwasserbereitung nach dem kombinierten Speicher- und Durchflusssystem (Příprava teplé vody zařízeními složenými ze zásobníkového a průtokového systému) — *Knobloch W., Rössger S.*, 183—184.
— Erläuterungen zur TGL 26 760 „Heizlast von Bauwerken" — Entwurf 3.75 (Vysvětlivky ke směrnicím TGL 26 760 „Tepelná zátěž budov", návrh) — 185—190.

Staub Reinhaltung der Luft 35 (1975), č. 7

— Beurteilung der Gesundheitsgefahren durch mineralische Stäube am Arbeitsplatz — Grenzwerte für Quarz und Asbest; Messmethoden (Posouzení zdraví škodlivých účinků minerálních prachů na pracovišti — mezní hodnoty křemenu a asbestu; měřicí metody) — *Schütz A.*, 263—266.
— Eine neue Methode zur Messung des Benetzungswinkels von Stäuben (Nová metoda měření úhlu smáčivosti prachů) — *Gutowski W.*, 266—271.
— Einschätzung einzelner Anteile der Abscheidemechanismen für Aerosolteichen aus Gas im dreiphasigen Fliessbett (Zhodnocení jednotlivých částí odlučovacích mechanismů aerosolových částic z plynu ve třífázové fluidní vrstvě) — *Młodzinski B., Warych J.*, 271—275.
— Messung und Auswertung von Kohlenwasserstoff-Immissionen. Teil 1: Probenahme- und gaschromatographisches Analysenverfahren für Kohlenwasserstoff-Immissionen (Měření a hodnocení uhlovodíkových imisí. Díl 1.: Odběr vzorků a chromatografická analýza uhlovodíkových imisí) — *Schneider W., Frohne J. Ch.*, 275—281.
— Hypothese zur Ausbreitung von Schwefeldioxid und Schwefelsäure in der Atmosphäre (Hypotéza o šíření SO_2 a kyseliny sírové v atmosféře) — *Juda J., Crosciel S.*, 281 až 285.

Staub Reinhaltung der Luft 35 (1975), č. 8

— Modellrechnungen zur Verteilungswahrscheinlichkeit von Aerosolteilchen in Kaskadenimpaktoren (Výpočty na modelech pravděpodobnosti rozdělení aerosolových částic v kaskádových impaktorech) — *Schuch G., Löffler F.*, 289—292.
— A new Method of the Particles Shape Analysis by their Approximation at the Ellipsoidal Shape (Nová analytická metoda tvaru částic spočívající na jejich přiblížení k elipsoidovému tvaru) — *Juck A., Letz J.*, 292—294.
— Röntgenographische Untersuchungen an Grubenstäuben des deutschen Steinkohlenbergbaus. Reproduzierbarkeit der Quarzbestimmung und indirekte Ermittleung des Aschegehaltes (Rentgenografická vyšetřování důlních prachů v německém kamenouhelném hornictví. Reprodukovatelnost určování křemenu a nepřímé zjišťování obsahu popílku) — *Schliephake R. W.*, 295—297.
— Halbautomatische Bestimmung des Fluorgehaltes in Proben aus Gasemissionsmessungen und in Feststoffaufschlüssen (Poloautomatické stanovení obsahu fluóru ve vzorcích z měření plynných emisí a v analýzách pevných látek) — *Hermann P., Rode W.*, 298—302.
— Kolloquium Aerosolmesstechnik am 4. März 1975 im Aachen (Kolokvium o technice měření aerosolů, pořádané 4. března 1975 v Cáchách) — *Fahrbach J.*, 303—305.
— Frühjahrstagung der Reinisch-Westfälischen Vereinigung für Tuberkulose- und Lungenheilkunde: Lunge und Umweltverschmutzung 1. März 1975 in Düsseldorf (Jarní zasedání rýnsko-westfálského sdružení pro léčení tuberkulózy a plic: „Plíce a znečišťování životního prostředí" — 1. března 1975 v Düsseldorfu) — *Beil M.*, 307.
— Messung und Auswertung von Kohlenwasserstoff-Immissionen. Teil 2: Differenzierte

statistische Auswertung von Immissionsmessungen mittels EDV (Měření a hodnocení uhlovodíkových imisí. Díl 2.: Diferencované statistické hodnocení měření imisí za použití elektronického samočinného počítače) — *Frohne J. Ch., Kappe P.*, 308—314.

Staub Reinhaltung der Luft, 35 (1975), č. 9

— Ein transportables Gerät zur Kalibrierung von Ozonanalysatoren durch Messung der optischen Absorption (Přenosný přístroj ke kalibraci analyzátorů ozónu na základě měření optické absorpce) — *Becker K. H., Heindrichs A., Schurath U.*, 326—329.

— Über die Verwendbarkeit von ozonhaltigem Sauerstoff zur Kalibrierung von Ozonanalysatoren (O použitelnosti kyslíku, obsahujícího ozón, ke kalibrování analyzátorů ozónu) — *Schurath U., Wendler W.*, 329—330.

— Die Sorption organischer Verbindungen an Silikagel zur Bestimmung von Emissionen (Sorpce organických sloučenin na silikagelu ke stanovení emisí) — *Crecelius H. J., Forweg W.*, 330—333.

— Erfahrungen mit einer Versuchsofenanlage zur Verbrennung von Abfallstaub (Zkušenosti se zkušební pecí na spalování odpadového prachu) — *Jacobs J.*, 334—336.

Staub Reinhaltung der Luft 35 (1975), č. 10

— Silikosehäufigkeit und Gefährdung durch silikogenen Staub in Giessereien — ein Überblick (Množství silikózy a ohrožení silikózním prachem ve slévárnách — přehled) —353—357.

— Die Messung der Feinstaubkonzentration — Einige Bemerkungen (Měření koncentrace jemného prachu — několik poznámek) — *Walir. J. F.*, 357—358.

— TG- und DTA-Eigenschaften von Kokerei--Flugstäuben (TG a DTA vlastnosti polétavých prachů v koksárně) — *Mašek V.*, 359—362.

— Spezielle Verfahren der Emissionsminderung (Zvláštní metody snižování emise) — *Huch R.*, 362—366.

— Die akustischen Eigenschaften von Filterweben (Akustické vlastnosti filtračních tkanin) — *Kuncewicz L.*, 366—369.

— Angeregte Zustände im Russ aus Abgasen einer Verbrennungskraftmaschine (Budicí stavy v sazích z odpadních plynů spalovacího motoru) — *Stauff J., Fuhr H.*, 372—373.

Svetotechnika 44 (1975), č. 5

— Metod rasčeta nekotorych charakteristik nadežnosti osvetitelnych ustanovok pri različnych režimach zameny lamp (Způsob výpočtu některých charakteristik spolehlivosti osvětlovacích zařízení při různých způsobech náhrady zdrojů) — *Rožkova N. V.*, 3—4.

— Električeskoe osveščenie krytych sportivnych zalov (Elektrické osvětlení krytých sportovních hal) — *Paškovskij R. I.*, 4—7.

— Otzyvčivost zritelnogo utomlenija k izmeneniju položenija osvetitelnogo pribora i jarkosti fona (Pochopení zrakové únavy při změně polohy osvětlovacího zařízení na jasu pozadí) — *Abramova L. V.*, 11—13.

— Nekotorye charakteristiki propuskanija moločnych stekol v oblasti 0,6—3,5 mkm (Některé charakteristiky propustnosti mléčných skel v rozsahu 0,6—3,5 mkm) — *Vojšvillo N. A., Seredenko M. M.*, 14.

— Čto nužno dlja povyšenija kačestva osveščenija obščestvennych zdanij (Co je třeba ke zvýšení kvality osvětlení společenských budov) — *Volockoj N. V.*, 17—18.

— K rasčetu polnoj osveščennosti na osnove ee prjamoj sostavljajuščej (Výpočet celkového osvětlení na základě využití jeho přímé složky) — *Lesman E. A., Medvedskij*, 19—21.

Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1975), č. 7

— Rasčet koncentracij vrednych primesej na promyšlennych ploščadkach ot linejnych istočnikov (Výpočet koncentrací 'nečistot na průmyslových plochách z lineárních zdrojů) — *Nikitin V. S., Maksimkina N. G., Samsonov V. T., Plotnikova L. V.*, 10—13.

ztv 2

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 19, číslo 2, 1976. Vydává Česká vědeckotechnická společnost, komitét pro techniku prostředí, v Academii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., 656 01 Brno, závod 1, — Vychází šestkrát ročně. Objednávky a předplatné přijímá PNS, admin. odbor. tisku, Jindřišská 14, 125 05 Praha 1. Lze také objednat u každého poštovního úřadu nebo doručovatele. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)

Sole agents for all western countries with the exception of the German Federal Republic and West Berlin JOHN BENJAMINS B. V., Amsteldijk 44, Amsterdam (Z.), Holland. Orders from the G.F.R. and West Berlin should be sent to Kubon & Sagner, P.O.Box 68, 8000 München 34 or to any other subscription agency in the G.F.R.

Annual subscription: Vol. 19, 1976 (6 issues) Dutch Glds. 52,— (DM 50,—).

Toto číslo vyšlo v květnu 1976.

© Academia, Praha 1976.