

# ztv

**ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA**  
nositel Čestného uznání České vědeckotechnické společnosti

Ročník 23

Číslo 5

Redakční rada:

Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) —  
Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich, dipl. tech. — Prof. Ing. L. Hrdina — Doc. Ing.  
V. Chalupová, CSc., — Ing. arch. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Je-  
len — Ing. L. Kubíček — Ing. Dr. M. Lázňovský — F. Máca — Doc. Ing. Dr. J. Mikula,  
CSc. — Ing. Dr. J. Němec, CSc. — Ing. L. Strach, CSc. — Doc. Ing. J. Valchář, CSc.  
Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

## OBSAH

Ing. V. Drábek:	Deset let VHJ Československé vzduchotechnické závody, Praha . . . . .	257
Doc. Ing. K. Hemzal, CSc.:	Dvoupolohová regulace podokenních jednotek . . . . .	261
Ing. J. Novák, CSc.:	Periodické síly na rotorové lopatky axiálních ventilátorů a kompresorů . . . . .	267
M. Paško:	Velkoplošné akumulace sálavé vytápění . . . . .	281
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Rekuperační výměníky pro zpětné získávání tepla z od- váděného vzduchu ve vzduchotechnice (1. pokračování) . . . . .	291
M. Šindelář:	Infiltrace v budovách . . . . .	299

## CONTENTS

Ing. V. Drábek:	10 years of the trust „Czechoslovak Air Engineering Works“, Prague . . . . .	257
Doc. Ing. K. Hemzal, CSc.:	On-off control of fan convectors . . . . .	261
Ing. J. Novák, CSc.:	The impact of periodic forces on rotor blades of axial fans and compressors . . . . .	267
M. Paško:	Ceiling heat storage radiant heating . . . . .	281
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Recuperative heat exchangers for heat recuperation from exhaust air in air engineering. The 1st continuation . . . . .	291
M. Šindelář:	Infiltration in buildings . . . . .	299

## СОДЕРЖАНИЕ

Инж. В. Драбек:	10 лет треста „Чехословацкие воздухотехнические заводы“, Прага . . . . .	257
Доц. инж. К. Гемзал, к.т.н.:	Двухпозиционная регуляция вентиляторных конвекторов . . . . .	261
Инж. Й. Новак, к.т.н.:	Периодические силы, воздействующие на роторные лопадки аксиальных вентиляторов и компрессоров . . . . .	267
М. Пашко:	Потолочное аккумуляционное лучистое отопление . . . . .	281
Доц. инж. Я. Хиски, к.т.н.:	Рекуперативные теплообменники для рекуперации тепла из отсасываемого воздуха в воздухотехнике. 1-ое продолжение . . . . .	291
М. Шинделарж:	Инфильтрация в зданиях . . . . .	299



## SOMMAIRE

Ing. V. Drábek:	Dix ans du trust „les Établissements tchécoslovaques de technique aéraulique“ Prague . . . . .	257
Doc. Ing. K. Hemzal, CSc.:	Réglage à deux positions des ventilateurs-convencteurs . . . . .	261
Ing. J. Novák, CSc.:	Forces périodiques agissant sur les aubes des ventilateurs hélicoidaux et compresseurs axiaux . . . . .	267
M. Paško:	Chauffage par accumulation en grandes surfaces de rayonnement . . . . .	281
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Récuperateurs de chaleur de l'air sorti en technique aéraulique. Première suite . . . . .	291
M. Šindelář:	Infiltration dans les bâtiments . . . . .	299



## INHALT

Ing. V. Drábek:	Zehn Jahre des Trustes „Tschechoslowakische Werke von Lufttechnik“, Prag . . . . .	257
Doc. Ing. K. Hemzal, CSc.:	Zweipunktregelung von Truhengeräten . . . . .	261
Ing. J. Novák, CSc.:	Wirkung der periodischen Kräfte auf Rotorschaukeln der Axialventilatoren und Kompressoren . . . . .	267
M. Paško:	Speicher-Grossflächheizung . . . . .	281
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Wärmerückgewinnungsrekuperatoren von der Abluft in der Lufttechnik. Erste Fortsetzung . . . . .	291
M. Šindelář:	Infiltration in den Gebäuden . . . . .	299

## DESET LET VHJ ČESKOSLOVENSKÉ VZDUCHOTECHNICKÉ ZÁVODY, PRAHA

ING. VÁCLAV DRÁBEK

*Generální ředitel VHJ ČSVZ*

V roce 1980 vstoupila VHJ Československé vzduchotechnické závody do druhého desetiletí svého trvání. Ve svém úvodním článku bych chtěl čtenáře seznámit se základními výsledky práce čs. vzduchotechniky za uplynulých 10 let.

Úvodem dovoluji, abych všem, kteří s námi v uplynulých letech spolupracovali, srdečně poděkoval za dobrou spolupráci a pomoc, neboť i tím jste přispěli k našim dobrým výsledkům a tím i k dobrému jménu čs. vzduchotechniky doma i v zahraničí.

Dlouhodobý poválečný proces, trvajících vlastně až podnes, se neobešel bez celé řady závažných organizačních opatření, při nichž byl hledán optimální modul pro řešení předvýrobní sféry, pro řízení a organizaci závodů, pro zvládnutí výrobních a exportních úkolů v celém odvětví. Tím byly získány velmi užitečné teoretické i praktické poznatky ve všech směrech. Tyto zkušenosti dopomohly a byly plně využity i při formování dnešní VHJ ČSVZ, která je schopna realizovat na všech úsecích operativněji, ve větších objemech, na vyšší technické a dodavatelské úrovni a při nesporně nižších výrobních a režijních nákladech než kdykoli předtím potřeby našeho hospodářství. K posílení jejího významu v čs. průmyslu přispěla i péče vyšších stranických a vládních orgánů o rozvoj čs. vzduchotechniky, což stabilizuje hospodářskou a organizační strukturu v celé VHJ, usnadňuje vnitropodnikový racionalizační proces a podporuje naše náročné perspektivní plány a ambice.

Ustavení GR ČSVZ spadá do období vrcholícího rozkladu čs. ekonomiky, způsobeného dlouhodobým působením protistranických sil a vrcholící právě v letech 1968—1970. Proto také hlavním záměrem naší práce při ustavení GR ČSVZ byly závěry pléna ÚV KSČ koncentrované do obnovy čs. ekonomiky ... zintenzivnit v rámci obnovy a upevnění plánovitého řízení dosavadní činnosti generálních ředitelství a reálně posílit jejich aktivní úlohu v plánovacím procesu a v účinném řízení jim podřízených podniků. V tomto směru se řízení oboru koncentrovalo do tří základních oblastí:

- realizace státních plánů a politicko-hospodářských směrnic ÚV KSČ,
- koncipování cílů a záměrů jednotné státní technické a obchodní politiky,
- proporciální rozvoj oboru a podniků v souladu se strukturou národního hospodářství a federativním uspořádáním ČSSR.

Jak se nám tyto záměry dařily realizovat, posuďte sami.

### *1. Realizace státních plánů a politicko-hospodářských směrnic*

- a) 5. 5LP byl prvním uceleným národohospodářským plánem realizovaným VHJ a byl splněn již 25. 11. 1975. Jeho splnění se odrazilo v postupném zpevnování ročních plánů výroby a v tom, že základní ukazatele 5LP byly i v součtu ročních plánů splněny a překročeny. Výroba zboží jako základní kvantita-

tivní ukazatel byla splněna na 100,53 % a hrubá výroba 100,93 %, přičemž co se týče struktury těchto ukazatelů, byl hlavní důraz kladen na zajištění závazných investičních celků a exportu. Tento fakt je třeba zvláště ocenit, neboť potřeba investičních dodávek stoupla o 350 %.

b) rovněž záměry 6. 5LP VHJ plnila a splní tak, jak bylo v koncepci a Směrnici stanoveno.

Výroba zboží bude splněna na	100,4 %
Odbyt	106,3 %
Dodávky pro investice	106,0 %
Produktivita práce	100,4 %

Splněním těchto úkolů se plně vyrovnáváme se závěry XIV. a XV. sjezdu KSČ.

## 2. *Koncipování cílů a záměrů jednotné státní technické a obchodní politiky*

Výsledků bylo dosaženo na základě těchto faktorů:

- a) výsledky na úseku řídicí a organizátorské práce,
- b) zkvalitnění plánovacích prací jako hlavního nástroje řízení,
- c) urychlené zavádění výsledků TR a KSR,
- d) výsledky mezinárodní specializace a kooperace,

ad a: zde začaly účinně působit připravené specializace výroby a činnosti jednotlivých podniků VHJ, zejména na úseku projekce výroby a montáže. Rovněž tak dobudování útvarů podniků na formy vyšších dodávek a postupné zavádění podnikové a oborové bilance vzduchotechnických výrobků,

ad b: zde se pozitivně projevilo ve zvyšování efektivnosti a rovnoměrnosti v plnění plánu (plán byl každý měsíc a každý rok ve všech podnicích plněn). Byla podstatně prohloubena rozborová činnost na všech úrovních VHJ,

ad c: byly vyvinuty nové výrobky s vysokými technickými parametry — přepravnik vápence, elektrické odlučovače DRUŽBA, ventilátory o průměru oběžného kola 4000 mm atd. Byly zavedeny poloautomatické linky na výrobu potrubí, nová technologická zařízení pro vystřihování plechů, byly rovněž přijímány vysoké roční trendy plánu výroby, které v souhrnu za 6. 5LP dosáhnou tempa 153 %,

ad d: byla uzavřena řada specializačních a kooperačních dohod z nichž zejména kooperační smlouvy s PLR, Jugoslávií a MLR příznivě ovlivňují dodavatelské kapacity VHJ.

## 3. *Proporciální rozvoj podniků a oborů v souladu se strukturou národního hospodářství a federálním uspořádáním ČSSR*

Lze konstatovat, že úkoly na tomto úseku byly splněny z hlediska vnitřního, tj. VHJ, nikoliv však vnějšího, tj. rezortů, krajů atd.

Na úseku vnitřním:

- účelnou specializací se podařilo vytvořit z podniků specializovaná centra s kompletní působností a rozhodováním,
- včasným výzkumem a vývojem či nákupem licencí jsme včas a kvalitně

přípravě na úkoly na úseku jaderné energetiky (filtrace), výpočetní techniky (klimatizace) i dalších oborech včetně snížení dovozu z KS,

— podařilo se zvýšit rozvoj oboru a tím i strojírenství na Slovensku ve srovnání s rokem 1970 na 294 % ve výrobě zboží růstem produktivity práce, nárůstem pracovníků i přičleněním dalších vhodných provozů k n. p. Vzduchotechnika, Nové Mesto nad Váhom (o 500 pracovníků),

— nepodařilo se nám podstatně rozšířit technicko-výrobní základnu u dalších podniků z důvodu nedostatku investičních prostředků. Teprve v současné době končí částečná výstavba n. p. JANKA a LVZ Liberec.

Z těchto důvodů také poklesne krytí národohospodářské potřeby, která má rychlý nárůst i při zvýšení výroby celé VHJ v roce 1980 oproti roku 1970 na 221,3 %. Pro srovnání jsme v roce 1970 prakticky pokrývali národohospodářskou potřebu, v roce 1975 byla kryta pouze na 78 %, v roce 1980 na 58,7 % a v roce 1985 budeme krytí NH potřebu asi na 50 %.

#### 4. Závěr

Dosažené výsledky desetiletého působení organizačního seskupení čs. vzducho-techniky v trustu podniků VHJ ČSVZ jsou dostatečným důkazem o:

- účelnosti tohoto organizačního uspořádání,
- významu postavení VHJ mezi státy RVHP, kde obdobný proces probíhal či probíhá,
- účelnosti a specifické potřebě rozvoje čs. strojírenství,
- plnění závěrů a duchu Helsinské dohody v otázce ochrany životního a pracovního prostředí.

V těchto výsledcích navazujeme na stoletou tradici našeho oboru v ČSSR. Velmi cenným vkladem z této doby jsou pro nás vztahy a bohaté zkušenosti přenášené z generace na generaci. Nemám v úmyslu tradici přeceňovat, faktem však zůstává, že některé z těchto zkušeností se promítají do naší práce i nyní.

Do druhého desetiletí naší VHJ vstupujeme s optimismem a úsilím o rozvoj čs. vzducho-techniky.

---



### **ZA ING. JOSEFEM HABEREM**

*Dne 5. června 1980 zemřel ve věku 80 let náš přední průkopník oboru vzduchotechniky a sušáren Ing. Josef Haber. Pracoval v různých vedoucích funkcích v našich vzduchotechnických závodech a byl prvním podnikovým ředitelem n. p. Z1P, Milevsko, jehož výstavbu a uvedení do provozu zajišťoval. Určitý čas působil na ministerstvu těžkého průmyslu v oboru vědeckotechnického rozvoje jako odborný referent pro vzduchotechniku a vodní stroje. Jako externí učitel přednášel též na strojní fakultě ČVUT, Praha obor vzduchotechnika a sušárny a vychoval řadu našich specialistů. Bohatá je i jeho publikační činnost; je autorem knihy *Strojní sušení*, skript ČVUT a mnoha odborných článků.*

*Je spoluzakladatelem ČSVTS (tehdejší Čs. společnosti pro zdravotní techniku a vzduchotechniku) v r. 1956 a pracoval v ní v různých vedoucích funkcích. Za obětavou práci mu v r. 1956 bylo uděleno Čestné uznání I. stupně ÚR ČSVTS. Od založení byl mnoho let členem redakční rady našeho časopisu a zasloužil se o jeho odborný profil.*

*Čest jeho památce.*

**Redakční rada**

## DVOUPOLOHOVÁ REGULACE PODOKENNÍCH JEDNOTEK

DOC. ING. KAREL HEMZAL, CSc.

*Strojní fakulta ČVUT, Praha*

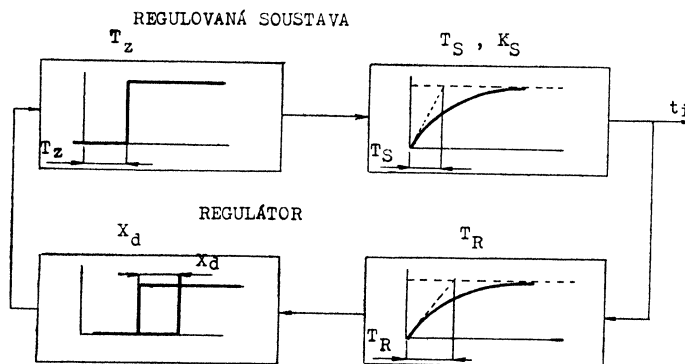
*Příspěvek pojednává o možnosti dvoupolohové regulace topného výkonu podokenní větrací jednotky. Výsledky výpočtů jsou porovnány s experimentálně zjištěnými. Při vytápění bez přívodu venkovního vzduchu bylo dosaženo amplitudy kolísání teplot v místnosti kolem 1K a doby jednoho cyklu kmitů od 40 do 100 minut. Závěrem je poukázáno na příznivé odstranění monotónie klimatu.*

*Recenzoval: František Máca*

Podokenní jednotky se nejčastěji používají k teplovzdušnému vytápění a větrání místností, popř. k jejich chlazení. Topný či chladicí výkon jednotek je zpravidla řízen ručně, přepínáním otáček ventilátoru. Redukcí průtoku vzduchu se sice dosáhne snížení energetického výkonu, avšak současně se sníží intenzita větrání prostoru. Jeví se proto účelné nezávisle na sobě řídit větrání a tepelný výkon.

Při ručním řízení větrání změnou otáček ventilátoru je vhodné automaticky regulovat přívod tepelné energie. Tato koncepce zamezí plýtvání energií, k níž by docházelo přetápěním prostorů. Spojité regulátory elektrické či pneumatické nejsou pro podokenní jednotky příliš vhodné, zvláště nejsou-li jednotkami osazeny místnosti hromadně. Spojité regulátory jsou investičně nákladné, a hlavně jsou v našich současných podmínkách téměř nedostupné. Naproti tomu výroba dvoupolohových regulátorů dobré kvality je u nás rozvinutá, přístroje jsou běžně k dostání a v kombinaci se solenoidovými ventily jsou relativně levné.

Uvedené skutečnosti vedly k požadavku ověřit dynamické vlastnosti takového způsobu regulace. Práce byla zaměřena především na stanovení amplitudy kolísání teploty v místnosti  $X_{\max}/2$ , která rozhoduje o přesnosti regulace, a dále frekvence spínání  $f = 1/T_0$ , která určuje dobu životnosti regulačního zařízení ( $T_0$  je doba jednoho cyklu).



Obr. 1. Blokové schéma regulačního obvodu s dvoupolohovým regulátorem  $t_i$ .

Regulační obvod se skládá ze dvou částí — z regulátoru a z regulované soustavy. V navrženém uspořádání jsou hlavními komponenty regulované soustavy výměník s ventilem a větraná místnost, jejichž schopnost akumulovat a znovu vydávat teplo rozhodují dominantním způsobem o časovém průběhu regulované teploty vzduchu.

K teoretickému posouzení navržené regulace se předpokládalo, že regulovanou soustavu lze přibližně považovat za člen prvního řádu s dopravním zpožděním  $T_z$ , časovou konstantou  $T_s$  a činitelem přenosu  $K_s$ . Dalším zjednodušením byl předpoklad, že soustava je lineární. Vlivem tepelné kapacity čidla je signál regulátoru teploty časově zpožděn za skutečnou teplotou vzduchu v místě čidla. Zpoždění signálu odpovídá časové konstantě čidla  $T_R$ . Blokové schéma obvodu je na *obr. 1*.

Časové průběhy ohřívání a ochlazování místnosti jsou různé, chladnutí místnosti bez vnitřních zdrojů tepla probíhá vždy pomaleji. Pro zjednodušení se však předpokládalo, že časové konstanty soustavy  $T_s$  jsou při ohřevu i chladnutí stejné.

Za těchto předpokladů je šířka pásma kolísání teplot, tj. dvojnásobná amplituda kmitů  $X_{\max}$

$$\frac{X_{\max}}{X_h} = 1 - \left[ 1 - \frac{X_d}{X_h} \right] e^{-\frac{T_z + T_R}{T_s}} \quad (1)$$

kde  $X_h$  je akční účinek daný rozdílem teplot v místnosti v ustáleném stavu při neregulovaném plném výkonu ohříváče podokenní jednotky a při vypnutém přívodu tepla. Maximální ustálená teplota v místnosti je závislá na tepelném výkonu  $Q_T$ , na izolační schopnosti stěn dané součinitelem prostupu tepla  $k$  a na venkovní teplotě  $t_e$  a je vázána s těmito parametry bilanční rovnicí

$$Q_T = kS(t_{i\max} - t_e) \quad (2)$$

Dopravní zpoždění soustavy se měří v místě čidla. Jeho vhodným umístěním je často možné zlepšit (zmenšit) poměr  $T_z/T_s$ , který charakterizuje regulovatelnost soustavy. Čím větší je tento poměr, tím obtížnější je regulace. Při:  $T_z/T_s > 0,5$  je soustava jednoduchým spojitým proporcionalním regulátorem téměř neregulovatelná.

O vlivu jednotlivých parametrů soustavy s regulátorem na časový průběh dvupolohové regulace podává názorný přehled grafické znázornění vztahu (1), které je na *obr. 2*. Obrázek je doplněn závislostí pro frekvenci spínání  $f = 1/T_0$ , kde  $T_0$  je doba jednoho regulačního cyklu. Z průběhu křivek jsou zřejmá některá praktická omezení pro použití dvupolohových regulátorů:

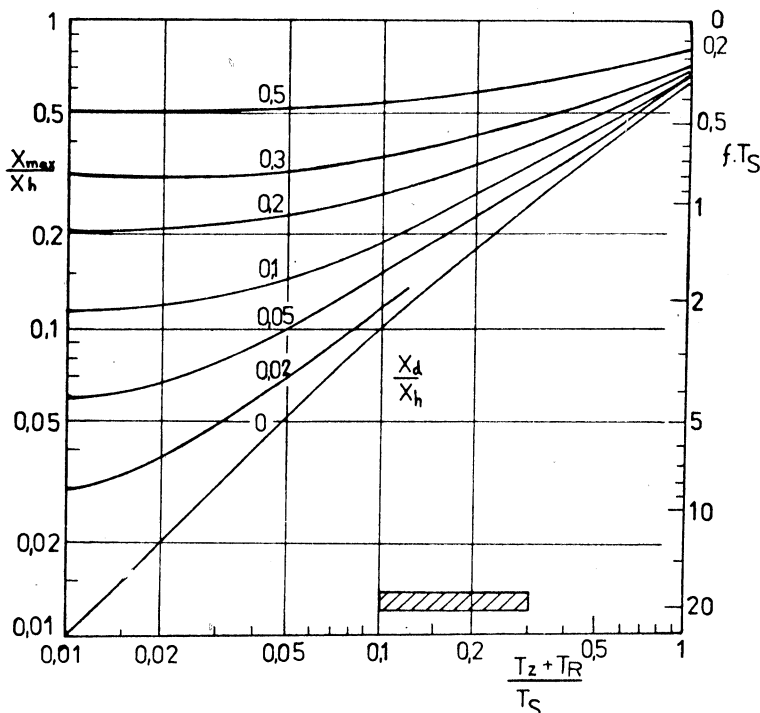
- neúnosně velká bude šířka pásma kmitů  $X_{\max}$  u obvodů, kde je  $(T_z + T_R)$  větší než  $0,2T_s$ , anebo při větším akčním účinku  $X_h$ ,
- opatření, která vedou ke zmenšení amplitudy kmitů, způsobí zvětšení frekvence spínání  $f$ ,
- nežádoucí vysoké frekvence kmitů vzniknou u regulovaných soustav s malou konstantou  $T_s$ .

Pozoruhodná je především skutečnost, že kmitání neustane ani při zmenšení spínací diference regulátoru  $X_s$  na nulu. Uplatní se zde dopravní zpoždění soustavy. Dále je vidět, že bezdimenzionální frekvence kmitů  $f \cdot T_s$  je přímo spojena s poměrnou velikostí amplitudy kmitů  $X_{\max}/X_h$ .

K výpočtu hodnot charakteristických veličin regulované soustavy lze použít



vztahů platných pro velmi zjednodušené poměry. Na dynamické chování místnosti má vliv akumulace tepla stěnami a předměty a také akumulace vzduchem. Při analýze se obvykle oba účinky vyšetřují odděleně a na závěr se superponují. K vyšetřování akumulacího účinku stěn se předpokládá okamžité dokonalé pro-



Obr. 2. Charakteristické hodnoty kolísání regulované veličiny v obvodu v závislosti na vlastnostech dvoupolohového regulátoru a soustavy 1. řádu s dopravním zpožděním (podle B. Junkera).

mísení přiváděného a vnitřního vzduchu a superponuje se na „pístový“ způsob výměny vzduchu, kdy se zanedbává vliv stěn.

Při kolísání teploty „vyšší“ frekvencí, odpovídající době kmitu  $T_0 \leq 20$  min, lze místnost považovat za přibližně dokonalou směšovací komoru s časovou konstantou nepřímo úměrnou násobnosti výměny vzduchu

$$T_S = 1/n_v = O/V_L, \quad (3)$$

u níž není třeba uvažovat vliv stěn. Zde  $O$  je objem místnosti a  $V_L$  je průtok větracího vzduchu.

Činitel přenosu místnosti  $K_S$  definovaný poměrem akčního účinku (výstupu ze soustavy v ustáleném stavu) a rozdílu teplot na výstupu z jednotky (na vstupu do místnosti)

$$K_S = X_h/\Delta t_p \quad (4)$$

Tab. 1. Výsledky vyšetřování časového průběhu změny teploty v místnosti vytápěné teplovzdušně podokenní jednotkou s možností třípolohové regulace průtoku při řízení tepelného výkonu dvoupolohovým regulátorem

Sledovaná veličina	Zděná místnost ( $O = 55 \text{ m}^3$ , stěny $S = 94,4 \text{ m}^2$ , $S/O = 1,7 \text{ l/m}$ )	Místnost bez akumulace tepla stěnami ( $O = 48,7 \text{ m}^3$ , stěny $S = 84,6 \text{ m}^2$ , $S/O = 1,74 \text{ l/m}$ )
1. Průtok vzduchu jednotkou $V_L$ [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	600 11,1	600 12,3
2. Násobnost oběhu vzduchu $n_V$ [ $1/\text{h}$ ]	375 6,9	375 7,7
3. Teplota topné vody $t_{w1}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	250 4,6	250 5,1
Měření přechodné charakteristiky	konstantní =	
4. Teplota vstupního vzduchu $t_{L1}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	22—28,3	22—31,4
5. Topný výkon jednotky $Q_T$ [kW]	19,5—24,9	23—31,6
6. Teplota vně místnosti $t_e$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	4,41—4,01	4,15—3,53
7. Akční útlínek $X_h = t_i - t_e$ [K]	19,5 20	22 22
8. Časová konstanta ohřevu (exp.) $T_s$ [min]	5,4 4,2	8,6 6,0
9. Číselný přenosu místnosti $K_s = X_h/\Delta t_p$ podle B. Junkera z experimentů	43 29	19 12
10. Amplituda kmitů $X_{\text{max}}/2$ [K]	8,7	7,8
11. Doba jednoho cyklu $T_0$ [min]	0,32 0,27	0,31 0,43
12. Rozdíl teplot vyfukovaného a nasávaného vzduchu $\Delta t_p = t_p - t_i$ [K] během cyklu	1,3 40	2,0 27
13. Číselný tlumení kmitů teploty $X_{\text{max}}/\Delta t_p$	0,95 106	1,6 43
Měření teploty při dvoupolohové regulaci	26—23,2	26—21,8
$D = 1/\sqrt{1 + (2\pi T_s/T_0)^2}$	0,10	0,18
$D = T_0/12T_s$	0,06	0,11
10. Amplituda kmitů $X_{\text{max}}/2$ [K]	36,3—33	34,2—29,1
11. Doba jednoho cyklu $T_0$ [min]	0,18	0,41
12. Rozdíl teplot vyfukovaného a nasávaného vzduchu $\Delta t_p = t_p - t_i$ [K] během cyklu	0,095	0,24
13. Číselný tlumení kmitů teploty $X_{\text{max}}/\Delta t_p$	0,30	0,30

je parametr charakterizující statické chování místnosti jako člena regulované soustavy.

Činitel tlumení  $D$  určující zmenšení amplitudy kmitů v místnosti  $X_{\max}$  vůči amplitudě na výstupu z jednotky  $\Delta t_p$  je při zanedbání akumulace tepla stěnami dán vztahy

$$\begin{aligned} D &= X_{\max}/\Delta t_p \\ D &= 1/\sqrt{1 + (2\pi T_s/T_0)^2} \\ D &\doteq T_0/12T_s \end{aligned} \quad (5)$$

K ověření teoretických závěrů a pro získání podkladů pro projekční praxi byly na strojní fakultě ČVUT provedeny experimenty s podokenní jednotkou řízenou dvoupolohově. Vzduchový výkon bylo možné měnit ve třech stupních změnou otáček ventilátoru. Průtok teplé vody ohříváčem byl otevírán a zavírán solenoidovým ventilem řízeným regulátorem teploty REGO n. p., Kovopol, Teplice nad Metují. Tento regulátor má vestavěné čidlo a byl celý zabudován do jednotky pod filtr do proudu zpětného vzduchu, což příznivě zmenšilo jeho časovou konstantu  $T_R$ . Jmenovitá citlivost regulátoru je podle výrobce 2 K.

Přívod vody umožňovalo čerpadlo ultratermostatu, který zaručoval konstantní vstupní teplotu vody do výměníku. Průtok vody se měřil cejchovaným rotametrem. Jednotka byla postupně umístěna do dvou místností s rozdílnými tepelně akumulacími vlastnostmi stěn. První místnost byla zděná, tedy se stěnami, stropem a podlahou schopnými akumulovat teplo. Druhou místností byl prostor ohraničený stěnami z polyetylénové fólie se zanedbatelnou akumulací tepla.

Změna teploty v místnosti se měřila termočlánkem a registrovala liniovým zapisovačem. Termočlánek byl umístěn ve zpětném vzduchu vedle čidla regulátoru.

Vhodným nastavením žádané hodnoty teploty na regulátoru (vyšší než v okolí místnosti) bylo možné zjistit přechodovou charakteristiku soustavy a modelovat zimní provoz s regulací teploty.

Výsledky měření jsou obsaženy spolu s vypočtenými v souhrnné tabulce.

Hodnoty amplitudy kmitů a doby kmitu ukazují na příznivý průběh regulace, která v mnoha případech splní požadavky a zabezpečí hospodárny provoz bez energetických ztrát. Amplitudy kmitů teploty 1 K se dají většinou akceptovat.

Při hodnocení absolutních amplitud změn teploty je třeba uvážit, že závisejí přímo úměrně na akčním účinku ohříváče v jednotce, tj. na ohřátí vzduchu. V zimě při nasávání vzduchu zčásti zvenku (u měřené jednotky je možné nastavit poměr mísení venkovního vzduchu se zpětným na 1 : 3) bude akční účinek větší a je proto třeba očekávat větší kolísání vnitřní teploty ve větrané místnosti.

Nespojitá regulace je doprovázena změnami v obrazech proudění a příznivě zrovnoměňuje provětrání celé místnosti. Změnami dosahu proudu se periodicky větrá i v místech, kde při stálém obrazu proudění vzduch stagnuje. Změny rychlosti proudění (v mezích hygienicky přípustných) spolu se změnami teploty jsou většinou vítány a narušují nepříjemnou monotónii klimatu.

## LITERATURA

- [1] Junker, B.: Klimaregelung. Oldenbourg Verlag, München—Wien 1974. 237 s.
- [2] Borresen, B. A.—Skaaret, E.: Ein-Aus-Regelung der Raumtemperatur bei Warmluft-heizungen. HLH 27 (1976) s. 373—375.

- [3] *Fritsch, K.*: Dynamisches Verhalten von Temperaturreglern und Temperaturbegrenzungseinrichtungen an Wärmeerzeugern. HLH 24 (1973) s. 272—278.
- [4] *Hálka, Z.*: Dynamické vlastnosti parapetní jednotky řízené dvoupolohově. Dipl. práce FS ČVUT, katedra techniky prostředí 7/1979.

## ДВУХПОЗИЦИОННАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ КОНВЕКТОРОВ

*Доц. Инж. Карел Гемзал, к. т. н.*

Автор говорит в статье о возможностях двухпозиционной регуляции отопительной мощности вентиляторного конвектора. Результаты расчетов сравниваются с экспериментальными данными. При отоплении без подвода наружного воздуха достигалась амплитуда колебания температур в помещении около 1 К и времени одного цикла колебаний с 40 до 100 минут. В заключение указывается благоприятное устранение монотонности климата.

## ON-OFF CONTROL OF FAN CONVECTORS

*Doc. Ing. Karel Hemzal, CSc.*

This article deals with the possibilities of an on-off control of heating capacity of a fan convector. Results of the calculations are compared with the results which have been determined experimentally. During heating without an ambient air inlet an amplitude of a temperature variation in a room was obtained around 1 K and time of one oscillation cycle was obtained in a range from 4 to 100 minutes. The favourable suppression of the climat monotonicity is pointed out in the conclusion of this article.

## RÉGLAGE À DEUX POSITIONS DES VENTILATEURS-CONVECTEURS

*Doc. Ing. Karel Hemzal, CSc.*

L'article présenté traite de possibilité du réglage à deux positions de la puissance calorifique d'un ventilateur-convecteur. Les résultats des calculs sont comparés avec les données de l'expérimentation. Au chauffage sans la conduite d'amenée de l'air extérieur, on a obtenu de l'amplitude de variations des températures dans un local vers 1 K et de la durée d'un cycle des oscillations de 40 à 100 minutes. En conclusion, on renvoie à la suppression favorable de la monotonie d'un climat.

## ZWEIPUNKTREGELUNG VON TRUHENGERÄTEN

*Doc. Ing. Karel Hemzal, CSc.*

Der Artikel behandelt die Zweipunktregelungsmöglichkeit der Heizleistung eines Truhelüftungsgerätes. Die Berechnungsergebnisse werden mit experimentalen Erkenntnissen verglichen. Bei der Heizung ohne die Aussenluftzuführung hat man die Amplitude der Temperaturschwankungen in einem Raum um 1 K und die Dauer eines Schwingungszyklus von 40 bis 100 Minuten erlangt. Zum Schluss weist man auf günstige Beseitigung der Klimamonotonie hin.

# PERIODICKÉ SÍLY NA ROTOROVÉ LOPATKY AXIÁLNÍCH VENTILÁTORŮ A KOMPRESORŮ

ING. JOSEF NOVÁK, CSc.

SVÚSS, Praha 9-Běchovice

*V článku je navržen jednoduchý způsob výpočtu hladin periodických sil na rotorové lopatky strojů vyvolaných nehomogenním přítokovým proudem, jehož nehomogenita je způsobena úplavu za předřazenou statorovou mříží. Výsledky jsou charakterizovány aerodynamickými součiniteli, jejichž číselný výpočet je spolu s výpočtem uvažované nehomogenity demonstrován na dvou vhodných příkladech.*

Recenzoval: Ing. Jan Čermák, CSc.

## SEZNAM OZNAČENÍ

- $x, y$  — pravouhlé souřadnice,  
 $l_s, l_r$  — délka tětiny (hloubka) profilu statorové a rotorové lopatky,  
 $l_s, l_r$  — rozteč statorových a rotorových lopatek,  
 $b$  — šířka odtokové hrany lopatky,  
 $s_0$  — šířka mezery mezi statorovou a rotorovou mříží,  
 $y_0$  — poloviční šířka (hranice) úplavu za statorovou lopatkou,  
 $\delta_1$  — impulsová tloušťka mezní vrstvy na lopatce,  
 $\delta$  — celková tloušťka mezní vrstvy na lopatce,  
 $\delta_0$  — poloviční šířka úplavu v jeho počátku,  
 $c$  — rychlost (absolutní) tekutiny ve statorové mříži a v úplavu za ní,  
 $c_m$  — minimální rychlost tekutiny v úplavu za statorovou lopatkou,  
 $c_1$  — bezporuchová rychlost tekutiny za statorovou mříží,  
 $\psi$  — součinitel nehomogenity úplavu za statorovou mříží,  
 $w$  — relativní rychlost tekutiny na vstupu do rotorové mříže,  
 $w_1$  — bezporuchová hodnota rychlosti  $w$ ,  
 $\alpha_1$  — výstupní úhel proudu ze statorové mříže,  
 $\beta$  — vstupní úhel proudu do rotorové mříže,  
 $u$  — obvodová rychlost oběžného kola na roztečné kružnici lopatkové mříže,  
 $\rho_1$  — měrná hmotnost tekutiny na vstupu do rotorové mříže,  
 $F$  — síla na lopatku,  
 $F_r$  — periodická složka síly  $F$ ,  
 $F_1$  — bezporuchová hodnota síly  $F$ ,  
 $C, C_1$  — aerodynamičtí součinitelé sil  $F$  a  $F_1$ ,  
 $M$  — moment síly  $F$ ,  
 $C_M$  — aerodynamický součinitel momentu  $M$ ,  
 $\tau$  — čas.

## 1. ÚVOD

Různé provozní poruchy lopatek axiálních ventilátorů a kompresorů vyvolávají nutnost zabývat se jejich příčinami. Vyloučíme-li možné technologické, montážní či provozní chyby, pak uvažované příčiny můžeme hledat především v silovém působení proudu tekutiny, zejména však v jeho časově proměnlivé složce. V praktických realizacích může takové působení být jak náhodné, tak deterministické. Za hlavního představitele náhodných sil můžeme považovat síly, vyvolané turbulencí proudu. Tato turbulence je ve strojích produkována většinou obtékaných těles a téměř vždy i lopatkovými systémy a rovněž rychlostními diskontinuitami

v proudu. Existuje tedy prakticky v každém stroji a je nepříznivá hlavně svým velkým frekvenčním rozsahem, i když nejintenzivněji se obvykle projevuje v pásmu nízkých frekvencí. Buzení kmitů lopatek touto turbulencí není sice u jmenovaných strojů dosud uspokojivě vyřešeno, ale to neznamená, že by se mělo zcela vyloučit z úvah, jak se to obvykle děje, protože tento jev by se mohl nepříznivě projevit zejména ve spojení s jinými jevy.

U uvažovaných strojů se nebezpečnými mohou však ukázat i jevy, vykazující jen určitý stupeň náhodnosti, jako např. pulzace tlaku produkované některými vstupními hrdly strojů, případně některými překážkami někdy aerodynamicky nevhodně navrženými. Uvažovaná hrdla jsou často i příčinou ohybu a nerovnoměrnosti proudu na vstupu do lopatkového prostoru, což vyvolává trojrozměrnost proudění v této oblasti a zesiluje nehomogenitu proudového pole v lopatkovém prostoru. Tato trojrozměrnost zhoršuje zejména účinnost stroje a vzpomínatá nehomogenita může vyvolat nebo zesílit časovou proměnlivost sil na lopatkové mříže. Některé překážky, třeba nahodilé, jako např. zapomenuté nebo utržené šrouby, mohou však vyvolat takovou nehomogenitu proudu na vstupu do lopatkové oblasti, že příslušný ostřík lopatek nabude charakter parciálního ostříku, který u sledovaných strojů může být vždy nebezpečný.

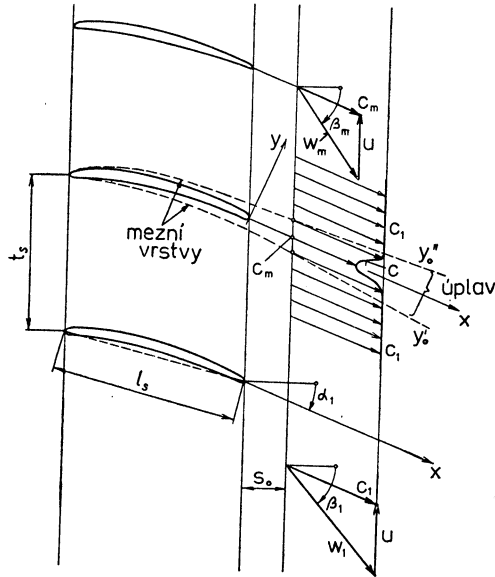
Nepříznivou nehomogenitu proudu vstupujícího do určité lopatkové mříže může dále být i nehomogenita vyvolaná předřazenou lopatkovou mříží resp. úplavy za tímto systémem, které mohou být způsobeny buď odtržením proudu od příslušných lopatek nebo jen přilehlými mezními vrstvami na nich a jejich odtokovými hranami. Tyto mezní vrstvy a odtokové hrany jsou trvalou vlastností či součástí stroje, nedají se tedy odstranit, lze je pouze zmenšit. I když tato nehomogenita je obecně trojrozměrná, přece jen převažuje její obvodová složka, a to zejména svými důsledky. Je totiž trvalým zdrojem periodicity sil, které s lopatkovou frekvencí působí na následnou mříž a je tedy možnou příčinou kmitů tohoto systému. Proto jsme si tento jev zvolili pro sledování v předkládaném článku. Abychom však úlohu zvládli jednoduchými výpočtovými prostředky, zavedli jsme řadu zjednodušujících předpokladů, čímž se ovšem zmenšila přesnost výsledků. Při tomto vyšetření, které vztahujeme k roztečné kružnici lopatkové mříže, vycházíme zejména z prací [1], [2].

Než však přistoupíme k příslušnému postupu, poznamenejme, že existuje ještě jeden, pro životnost stroje nebezpečný jev, a to tzv. rotující odtržení. Režim stroje s tímto jevem však potřebuje samostatné studium, proto se jím v tomto článku nebudeme blíže zabývat.

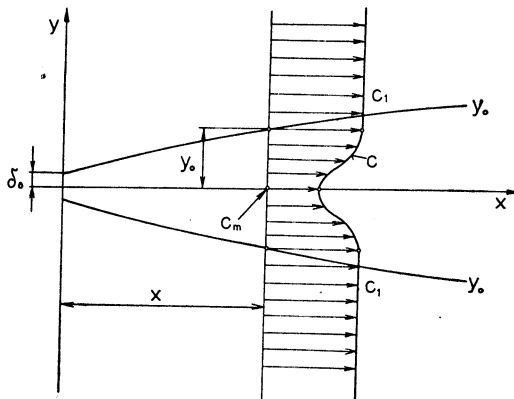
## 2. VYŠETŘENÍ OBVODOVÉ NEHOMOGENITY PROUDU

Obvodovou nehomogenitu proudu ve stroji budeme vyšetřovat jen za statovou mříží, a to, jak jsme již poznamenali, jen takovou, která je způsobena úplavy vyvolanými přilehlými mezními vrstvami na této mříži a příslušnými odtokovými hranami (*obr. 1.*) Při tomto vyšetřování předpokládejme, že sledovaný proud je nestlačitelný, není ovlivněn následnou rotorovou mříží a úplavy v něm jsou dvojrozměrné, rovinně souměrné a plně turbulentní. Z těchto důvodů musíme také předpokládat, že turbulentní jsou i uvažované mezní vrstvy, a to alespoň v místech odtokových hran lopatek, že v těchto vrstvách a v těchto místech jsou stejné profily rychlosti proudění, a dále že jmenovaný proud nemá mimo tyto úplavy již

žádnou jinou nerovnoměrnost, tj. že rychlost ( $c_1$ ) v této oblasti je konstantní. Pak každý takový úplav lze schematicky znázornit podle obr. 2, na němž  $\delta_0$  značí poloviční šířku tohoto útvaru v počátku rovnou poloviční šířce oblasti nehomogenity proudu na výstupu z mříže. Dále symbol  $y_0$  na tomto obrázku značí hranice úplavu. Níže tímto symbolem označíme také poloviční šířku tohoto útvaru. Na obr. 1 jsou však hranice úplavu označeny ještě dvěma symboly, a to  $y'_0$  a  $y''_0$ .



Obr. 1. Schéma úplavu za statorovou lopatkovou mříží ventilátoru.



Obr. 2. Schéma rovinného úplavu.

Pro přibližný výpočet impulsové tloušťky vyšetřované mezní vrstvy  $\delta_1$  na lopatce v místě její odtokové hrany použijeme vzorce [1], [2]

$$\delta_1 = 0,5 \cdot l_s C_0 D^3, \quad (1)$$

který plyne z [3] a v němž  $l_s$  značí délku těživy, resp. hloubku profilu vyšetřované lopatky a  $C_0$  a  $D$  konstantu a poměr [3]

$$C_0 = 0,0025, \quad D = \frac{c_{\max}}{c_1}, \quad (2)$$

kde  $c_{\max}$  je maximální rychlost proudu na hranici mezní vrstvy na lopatkém profilu a  $c_1$  rychlost tohoto proudu na odtokové hraně lopatky.

Uvážíme-li pak, že impulsová tloušťka mezní vrstvy je definována výrazem

$$\delta_1 = \int_0^\delta \frac{c}{c_1} \left(1 - \frac{c}{c_1}\right) dz, \quad (3)$$

v němž  $\delta$  je celková šířka této vrstvy a  $z$  vzdálenost od stěny lopatky, a že rozložení podélné rychlosti  $c$  v turbulentní mezní vrstvě lze aproximovat funkcí

$$c = c_1 \left(\frac{z}{\delta}\right)^{1/7}, \quad (4)$$

dostaneme pro celkovou tloušťku vyšetřované mezní vrstvy  $\delta$  v místě odtokové hrany vzorec

$$\delta \doteq 10,3\delta_1. \quad (5)$$

Má-li odtoková hrana lopatky v místě roztečné kružnice míříže tloušťku  $b$ , bude poloviční šířka  $\delta_0$  (dále jen „šířka“) uvažovaného úplavu v jeho počátku  $x = 0$  (obr. 2) dána vztahem

$$\delta_0 = \delta + 0,5 \cdot b. \quad (6)$$

Nehomogenitu vyšetřovaného úplavu, která v důsledku nestlačitelnosti tekutiny se redukuje na nehomogenitu rychlostní, označujeme symbolem  $\psi$  a definujeme výrazem

$$\psi = \frac{c_1 - c_m}{c_1}, \quad (7)$$

v němž  $c_m$  značí centrální rychlost v úplavu. Velikost této nehomogenity určíme pak pomocí vzorce [1], [2]

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{25,14\kappa_1 \frac{x}{\delta_0} + 1}}, \quad (8)$$

který byl získán za předpokladu, že rozložení podélné rychlosti v úplavu  $c$  je dáno funkcí [1]



$$c = c_1 \left[ 1 - 0,5\psi \left( 1 + \cos \pi \frac{y}{y_0} \right) \right], \quad (9)$$

$$y \in \langle 0, y_0 \rangle.$$

Za téhož předpokladu pro šířku vyšetřovaného úplavu  $y_0$  vychází [1]

$$y_0 = \delta_0 \frac{0,25}{\psi(1 - 0,75\psi)}. \quad (10)$$

Pro aproximaci rychlostního profilu v úplavu za vyšetřovanými lopatkami by bylo možné volit i jiné funkce [1], ale použitá kosinusová funkce (9) se v daném případě jeví jako nejjednodušší a nejpraktičtější.

Symbol  $\kappa_1$  v (8) značí empirický koeficient (přesně: Prandtlův empirický koeficient volné turbulence), který by u každé lopatkové mříže měl být správně vyšetřen experimentálně. Protože však taková práce by byla nákladná, můžeme se při přibližných úvahách spokojit s hodnotou

$$\kappa_1 = 0,072, \quad (11)$$

získanou z experimentů s kruhovým válcem [4, 5] za předpokladu rozložení rychlosti v tomto útvaru podle (9).

Při odvození předcházejících vzorců pro  $\psi$  a  $y_0$  se však také předpokládalo, že příčná rychlost ve vyšetřovaném úplavu ( $v$ ) je (v absolutní hodnotě) zanedbatelná proti podélné rychlosti  $c$ . Jestliže tuto příčnou rychlost vyšetřujeme teoreticky, dostaneme pro ní vzorec [1]

$$v = -6,285\kappa_1 c_1 \psi^3 \frac{y_0}{\delta_0} \left( \frac{y}{y_0} + \frac{1}{\pi} \sin \pi \frac{y}{y_0} \right), \quad (12)$$

podle kterého pro  $y = 0$  je  $v = 0$  a pro  $y = y_0$  s uvážením (11)

$$v(y_0) = -0,453c_1 \psi^3 \frac{y_0}{\delta_0} \quad (13)$$

a odtud s uvážením (10) vychází

$$v(y_0) = -0,113c_1 \frac{\psi^2}{1 - 0,75\psi}. \quad (14)$$

Z těchto vztahů plyne, že pro  $\psi \leq 0,66$ , jak tomu u lopatek prakticky vždy je, je  $|v| \leq 0,1c_1$  a tedy výše jmenovaný předpoklad splněn.

Protože naším úkolem je vyšetřit vliv uvažované nehomogenity na následnou rotorovou lopatkovou mříž stroje, pokládáme za nejvhodnější určit její velikost až v místě čelní roviny této rotorové mříže, tj. s ohledem na obr. 1 v místě střednice úplavu

$$x = \frac{s_0}{\cos \alpha_1}, \quad (15)$$

kde  $s_0$  je šířka mezery mezi vyšetřovanými mřížemi a  $\alpha_1$  je výstupní úhel proudu ze statorové mříže vztažený k ose stroje.

### 3. VZORCE PRO VÝPOČET SÍLY NA ROTOROVOU LOPATKU

Při určení síly na lopatku rotorové mříže stroje vyjdeme z relativního proudového pole v této mříži, do kterého vstoupíme z výše vyšetřovaného rychlostního pole přítokového proudu  $c \in \langle c_m, c_1 \rangle$  klasickým způsobem, tj. pomocí rychlostních trojúhelníků schematicky znázorněných na obr. 1. Přitom úhly vektorů všech rychlostí vztahujeme k ose stroje a trojúhelníky pokládáme do vstupní linie rotorové mříže. Z těchto trojúhelníků plyne

$$w \cdot \cos \beta = c \cdot \cos \alpha_1 \quad (16)$$

kde  $\alpha_1$  je již uvažovaný úhel absolutní rychlosti  $c$  a  $\beta \in \langle \beta_1, \beta_m \rangle$  je úhel relativní rychlosti na vstupu do rotorové mříže  $w \in \langle w_m, w_1 \rangle$ . Přitom veličiny se stejnými indexy si odpovídají.

Kdyby přítokový proud do rotorové mříže byl homogenní o rychlosti  $c_1$ , pak pole relativní rychlosti  $w_1$  na vstupu do rotorové mříže by bylo dáno vzorcem

$$w_1 = c_1 \frac{\cos \alpha_1}{\cos \beta_1} \quad (17)$$

a sílu  $F_1$  na rotorovou lopatku, vyvolanou tímto polem a vztaženou na jednotku délky tohoto tělesa, by bylo možné charakterizovat vzorcem [1], [2]

$$F_1 = \frac{1}{2} \rho_1 w_1^2 l_r C_1, \quad (18)$$

v němž je

- $\rho_1$  — měrná hmotnost tekutiny na vstupu do rotorové mříže,
- $l_r$  — délka tětiny profilu rotorové lopatky,
- $C_1$  — aerodynamický součinitel uvažované síly.

V důsledku proměnlivosti pole  $w$  se však jeho silové působení na oběžnou lopatku mění. Velikost příslušné síly  $F$ , opět vztažené na jednotku délky lopatky, lze pak po vzoru (18) vyjádřit formou

$$F = \frac{1}{2} \rho_1 w^2 l_r C, \quad (19)$$

kde aerodynamický součinitel  $C$  není již konstantní, ale má periodicky proměnlivou složku. Tento součinitel by se měl rovněž vyšetřovat experimentálně. Protože takový postup by však byl opět nákladný, lze pro předcházející sílu  $F$  za určitých předpokladů odvodit vzorec [1]

$$F \doteq F_1 \left( 1 - 2 \frac{w_1 - w}{w_1} \right) = \rho_1 w_1 l_r \left( w - \frac{w_1}{2} \right) C_1 \quad (20)$$

a pro periodickou složku  $F_\tau$  této síly, definovanou schématem na obr. 3 (kde  $\tau$  značí čas), vzorec [1]

$$F_\tau \doteq F_1 2 \frac{w - w_m}{w_1} = \rho_1 w_1 l_r (w - w_m) C_1. \quad (21)$$

Přitom pro „rychlostní“ zlomky v těchto vzorcích dostaneme pomocí (16)

$$\frac{w_1 - w}{w_1} = \frac{c_1 \cdot \cos \beta - c \cdot \cos \beta_1}{c_1 \cdot \cos \beta}, \quad (22)$$

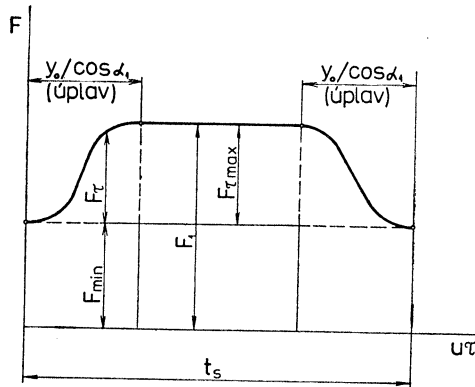
$$\frac{w - w_m}{w_1} = \frac{c \cdot \cos \beta_m - c_m \cdot \cos \beta}{c_1 \cdot \cos \beta_m}. \quad (23)$$

Jestliže pak v těchto vzorcích zanedbáme proměnlivost úhlu  $\beta$ , tj. uvažíme  $\beta_m = \beta = \beta_1$ , vychází

$$\frac{w_1 - w}{w_1} = \frac{c_1 - c}{c_1}, \quad (24)$$

$$\frac{w - w_m}{w_1} = \frac{c - c_m}{c_1}. \quad (25)$$

Za rychlost  $c$  ve vzorcích (22) a (23) nebo (24) a (25) bychom nyní měli správně dosazovat hodnoty z průřezu výše uvažovaného úplavu, který leží ve



Obr. 3. Diagram síly  $F$  na rotorovou lopatku.

vstupní rovině rotorové mříže. Při orientačních úvahách stačí však pro  $c$  použít výše uvedený vzorec (9). Kdybychom však rychlost  $c$  přece jen chtěli určit přesněji, pak ji můžeme počítat rovněž pomocí vzorce (9), ale místo  $y_0$  musíme do něho dosadit délku řezu úplavu v uvažované rovině  $y_u = y_0/\cos \alpha_1$ . Tehdy pro  $F$  a  $F_\tau$  dostaneme

$$F = F_1 \left[ 1 - \psi \left( 1 + \cos \pi \frac{y}{y_u} \right) \right] \quad (26)$$

$$F_\tau = F_1 \psi \left( 1 - \cos \pi \frac{y}{y_u} \right) \quad (27)$$

kde  $y \in \langle 0, y_u \rangle$ .

Z (26) pak pro  $y = 0$  vychází minimální hodnota síly

$$F_{\min} = F_1(1 - 2\psi) \quad (28)$$

a z (27) pro  $y = y_u$  maximální hodnota periodické složky

$$F_{\tau \max} = |F_1| 2\psi. \quad (29)$$

Síla  $F_1$  je přitom s ohledem na (17) dána vztahem

$$F_1 = \frac{1}{2} \rho_1 \left( c_1 \frac{\cos \alpha_1}{\cos \beta_1} \right)^2 l_r C_1. \quad (30)$$

#### 4. ZPŮSOB VÝPOČTU AERODYNAMICKÉHO SOUČINITELE $C_1$ A MOMENTU SÍLY NA LOPATKU

Z předcházející kapitoly vyplývá, že síla  $F$  na vyšetřovanou lopatku je přibližně dána vztahem (26) a její periodická složka  $F_\tau$  vztahem (27). Obě tyto veličiny jsou pak s ohledem na (30) reprezentovány jediným aerodynamickým součinitelem  $C_1$ .

Naším úkolem je nyní nastínit způsob číselného výpočtu tohoto součinitele a pro úplnost též způsob výpočtu působení síly  $F_1$ , kterým při orientačních úvahách můžeme přibližně aproximovat působení skutečné síly  $F$  na lopatku.

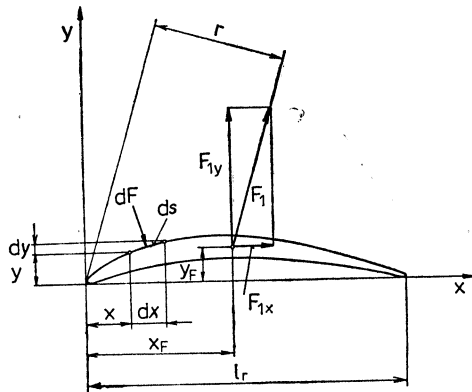
Při výpočtu součinitele  $C_1$  vyjdeme přirozeně ze vztahu (18), protože určující veličinou tohoto koeficientu je síla  $F_1$  vyvolaná polem  $w_1$  podle (17). Protože v praxi je profil lopatky obvykle zadán v pravouhlých souřadnicích  $x, y$  po vzoru obr. 4, nebudeme tento aerodynamický součinitel  $C_1$  počítat pomocí (18) přímo, ale přes složky této síly  $F_{1x}$  a  $F_{1y}$  do směru  $x$  a  $y$ . Tedy vyjdeme ze vztahu

$$F_1 = \sqrt{F_{1x}^2 + F_{1y}^2} \quad (31)$$

z něhož za předpokladu

$$F_{1x} = \frac{1}{2} \rho_1 w_1^2 l_r C_{1x} \quad (32)$$

$$F_{1y} = \frac{1}{2} \rho_1 w_1^2 l_r C_{1y} \quad (33)$$



Obr. 4. Profil rotorové lopatky se silou  $F_1$ .

plyne

$$C_1 = \sqrt{C_{1x}^2 + C_{1y}^2}, \quad (34)$$

kde  $C_{1x}$  a  $C_{1y}$  jsou aerodynamičtí součinitelé uvažovaných složek  $F_{1x}$  a  $F_{1y}$ . Tyto složky určíme pak z rozložení tlaku tekutiny  $p$  na profilu sledované lopatky, a to formou

$$F_{1x} = \oint_{(s)} dF_x = \oint_{(s)} p dy \quad (35)$$

$$F_{1y} = \oint_{(s)} dF_y = -\oint_{(s)} p dx. \quad (36)$$

kde symbol  $s$  značí podle obr. 4 délku obrysu jmenovaného profilu.

Působíště síly  $F_1$ , charakterizované podle obr. 4 souřadnicemi  $x_F$  a  $y_F$ , určíme potom pomocí momentů

$$M_x = \oint_{(s)} dF_{1x} y = \oint_{(s)} p y dy = F_{1x} y_F, \quad (37)$$

$$M_y = -\oint_{(s)} dF_{1y} x = \oint_{(s)} p x dx = -F_{1y} x_F. \quad (38)$$

Je zřejmé, že pro výsledný moment síly  $F_1$  platí

$$M = M_x + M_y = -F_1 r, \quad (39)$$

kde  $r$  je rameno této síly (obr. 4). Vyjádříme-li pak tento moment a jeho složky formou

$$M = \frac{1}{2} \rho_1 w_1^2 l_r^2 C_M, \quad (40)$$

$$M_x = \frac{1}{2} \rho_1 w_1^2 l_r^2 C_{Mx}, \quad (41)$$

$$M_y = \frac{1}{2} \rho_1 w_1^2 l_r^2 C_{My}, \quad (42)$$

jistě platí

$$C_M = C_{Mx} + C_{My} \quad (43)$$

a dále z (37) až (39) a (32), (33) plyne

$$y_F = l_r C_{Mx} / C_{1x}, \quad (44)$$

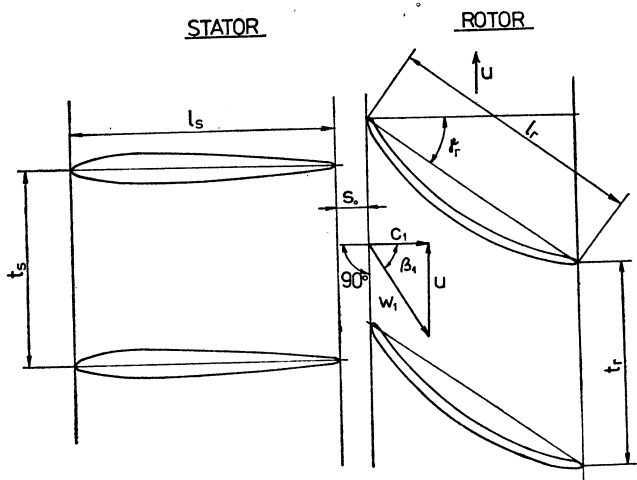
$$x_F = -l_r C_{My} / C_{1y}, \quad (45)$$

$$r = -l_r C_M / C_1. \quad (46)$$

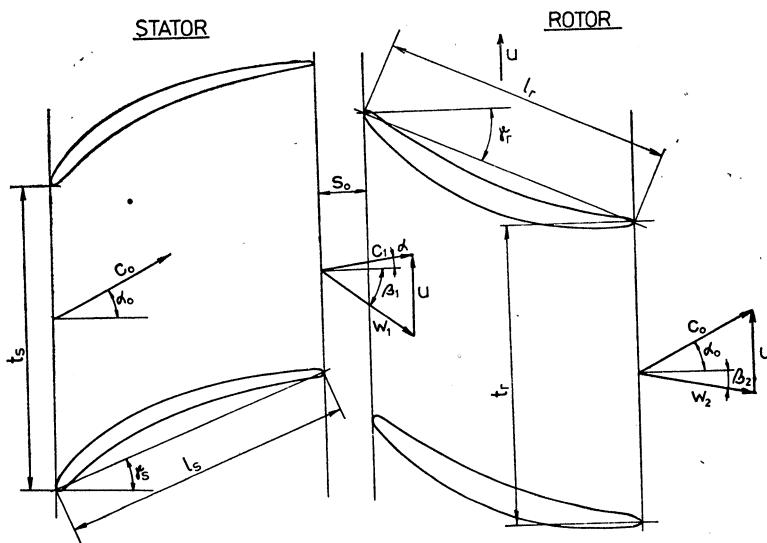
Tedy působíště síly  $F_1$  je charakterizováno kromě součinitelů  $C_{1x}$ ,  $C_{1y}$  ještě součiniteli  $C_{Mx}$  a  $C_{My}$  a rameno této síly kromě  $C_1$  i součinitelem  $C_M$ .

Pro určení těchto součinitelů  $C_1(C_{1x}, C_{1y})$  a  $C_M(C_{Mx}, C_{My})$  potřebujeme tedy znát rozložení tlaku  $p$  na lopatce — konkrétně na jejím profilu v místě roztečné kružnice mříže. V našem případě lze toto rozložení určit pomocí Poláškovy teoretické metody [6] vypracované v SVÚSS. Jako příklad byly touto metodou počí-

tány (Kouba [2]) uvažované součinitelé u jednoho typu ventilátorové rotorové mříže a u jednoho typu kompresorové rotorové mříže, které spolu s příslušnými předřazenými statorovými mřížemi znázorňují *obr. 5* a *obr. 6*. Aniž se budeme zabývat podrobnostmi tohoto výpočtu, poznamenejme jen, že při již hotových dílčích výsledcích Poláškovy metody není tento výpočet náročný. Jeho výsledkem je



Obr. 5. Schéma stupně ventilátoru.



Obr. 6. Schéma stupně kompresoru.

tab. I. Z této tabulky plyne, že v důsledku  $C_{1x} \ll C_{1y}$  a  $C_{Mx} \ll C_{My}$  lze v daných případech položit

$$C_1 \doteq C_{1y}, \quad C_M \doteq C_{My} \quad (47)$$

a tím i  $r \doteq x_F$ . Znaménka +, - v tabulce charakterizují pak směry příslušných sil a momentů vzhledem k souřadnému systému podle obr. 4 (moment ve smyslu hodinových ručiček značíme +). Z této tabulky také plyne, že součinitel  $C_1$  síly  $F_1$  na uvažované lopatky není ve srovnání s jinými obtékanými tělesy nijak malý.

Na základě dílčích experimentálních výsledků lze očekávat, že výsledky výpočtu se v případě tenkých lopatek nebudou od skutečnosti mnoho lišit [2].

Tab. I. Hodnoty aerodynamických součinitelů a souřadnice působistě síly u rotorových lopatek

Veličina	Ventilátor (obr. 5)	Kompresor (obr. 6)
$C_{1x}$	-0,1238	-0,0210
$C_{1y}$	+0,8019	+0,7458
$C_1$	+0,8114	+0,7461
$C_{Mx}$	-0,0059	-0,0026
$C_{My}$	-0,2893	-0,3619
$C_M$	-0,2952	-0,3645
$x_F$ [mm]	+60,7894	+17,4690
$y_F$ [mm]	+8,03029	+4,4571
$r$ [mm]	+61,3029	+17,5875
$l_r$ [mm]	168,5	36,0

Pro možnost bližšího určení příslušných sil na vyšetřované rotorové lopatky a také pro představu určíme ještě v těchto případech potřebné parametry úpravů za předřazenými satorovými mřížemi. Tak v případě ventilátorového stupně dle obr. 5, kdy  $t_s = 131,95$  mm,  $l_s = 173$  mm,  $b = 1,385$  mm,  $\alpha_1 = 0^\circ$ ,  $\beta_1 = 60^\circ$ ,  $s_0 = 120$  mm,  $t_r = 138,9$  mm,  $l_r = 168,5$  mm, vychází podle (2) koeficient [2]

$$D = \frac{c_{\max}/c_0}{c_1/c_0} = \frac{1,653}{1,059} = 1,561,$$

( $c_0$  je rychlost na vstupu do satorové mříže), podle (1) tloušťka  $\delta_1 = 0,8224$  mm, podle (5) a (6) šířka  $\delta_0 = 9,163$  mm, podle (15) délka úpravu  $x = 120$  mm, podle (8) a (11) nehomogenita úpravu  $\psi = 0,201$ , podle (10) jeho šířka  $y_0 = 13,41$  mm, konečně délka řezu úpravu čelní rovinou rotorové mříže

$$y_u = \frac{y_0}{\cos \alpha_1} = 13,41 \text{ mm.}$$

V případě kompresorového stupně podle obr. 6, kdy  $t_s = 31,5$  mm,  $l_s = 36$  mm,  $b = 0,33$  mm,  $\alpha_1 = 8,1^\circ$ ,  $\beta_1 = 38,5^\circ$ ,  $s_0 = 10,7$  mm,  $t_r = 29,9$  mm,  $l_r = 36$  mm, vychází podobně

$$D = \frac{c_{\max}/c_0}{c_1/c_0} = \frac{1,338}{0,969} = 1,381,$$

$$\delta_1 = 0,118 \text{ mm},$$

$$\delta_0 = 1,39 \text{ mm},$$

$$x = 10,8 \text{ mm},$$

$$\psi = 0,258,$$

$$y_0 = 1,65 \text{ mm},$$

$$y_u = 1,69 \text{ mm}.$$

Hodnoty uvažovaných sil na rotorové lopatky  $F$  a  $F_r$  vyjdou pak při daných hodnotách  $\varrho_1$  a  $c_1$  ze vzorců (26) až (30).

## 5. ZÁVĚR

V článku je nejdřív pojednáno o různých příčinách proměnlivosti silového působení proudu tekutiny na lopatkové mříže axiálních ventilátorů a kompresorů. Z těchto příčin je pak pro vyšetřování vybrána jedna z nejdůležitějších, a to obvodová nehomogenita proudu na vstupu do rotorové mříže stroje, způsobená úplavy za předřazenou statorovou mříží. V článku se nejdřív vyšetřuje velikost této nehomogenity a potom její vliv na sílu na rotorovou lopatku. Tato síla i její působení se vyšetřují metodou aerodynamických součinitelů, pro jejichž hodnoty je v článku rovněž navržen vhodný způsob výpočtu. Tento výpočet je pak demonstrován na dvou praktických příkladech.

Celý výpočet není nijak náročný, s danými výpočtovými programy [2] ho lze zvládnout za jednu pracovní směnu. Ve světle dílčích experimentů dává poměrně dobré výsledky.

## LITERATURA

- [1] Novák, J.: Obvodová nehomogenita nabíhajícího proudu jako zdroj sil, budících kmitání rotorové lopatkové mříže. Strojrenství, sv. 28, 1978, č. 12, s. 707.
- [2] Novák, J.—Kouba, J.: Periodické síly působící na rotorovou lopatkovou mříž axiálních ventilátorů a kompresorů. Výzkumná zpráva SVÚSS 79-03016, Běchovice 1979.
- [3] Čitavý, J.: Směrnice pro posouzení mezních vrstev na kompresorových mřížích. Výzkumná zpráva SVÚSS 75-04027, Běchovice 1975.
- [4] Schlichting, H.: Über das ebene Windschattenproblem. Ing.-Archiv, Bd. 1, 1930, s. 533.
- [5] Novák, J.: Dvojezměrný a osově souměrný turbulentní úplav. Strojnický časopis, sv. 22, 1971, s. 373.
- [6] Poláček, J.: Výpočet obtékání lopatkových mříží s libovolně prohnutými profily uvažujícími zpětný vliv mezních vrstev a úplavů. Seminární referát, SVÚSS Běchovice, září 1971.



## **ПЕРИОДИЧЕСКИЕ СИЛЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РОТОРНЫЕ ЛОПАТКИ АКСИАЛЬНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ И КОМПРЕССОРОВ**

*Инж. Йозеф Новак, к. т. н.*

В статье предложен простой способ расчета уровней периодических сил, действующих на роторные лопатки машин, вызванных негомогенным притекающим потоком, негомогенность которого обусловлена вихревыми следами за статорной решеткой, стоящей перед ротором.

Результаты характеризованы аэродинамическими компонентами, численный расчет которых, вместе с численным расчетом предполагаемой негомогенности, демонстрируется на двух случаях.

## **THE IMPACT OF PERIODIC FORCES ON ROTOR BLADES OF AXIAL FANS AND COMPRESSORS**

*Ing. Josef Novák, CSc.*

The paper suggests a simple method to calculate the level of periodic forces working on the rotor blades of machines, and excited by non-homogeneous inlet stream whose non-homogeneity is resulting from the wakes behind a prefixed stator cascade. The results are characterized by aerodynamic coefficients the numerical computation of which along with a numerical computation of the said nonhomogeneity has been demonstrated on two examples.

## **FORCES PÉRIODIQUES AGISSANT SUR LES AUBES DES VENTILATEURS HÉLICOÏDAUX ET COMPRESSEURS AXIAUX**

*Ing. Josef Novák, CSc.*

L'article présente une méthode simple de calcul des niveaux des forces périodiques engendrées par les jets non-homogènes agissant sur les aubes des mobiles de machines, la non-homogénéité des jets étant dû aux remous derrière l'aubage fixe. Les résultats sont caractérisés par des coefficients aérodynamiques dont le calcul numérique est démontré sur deux exemples avec le calcul de la non-homogénéité prise en considération.

## **WIRKUNG DER PERIODISCHEN KRÄFTE AUF ROTORSCHAUFELN DER AXIALVENTILATOREN UND KOMPRESSOREN**

*Ing. Josef Novák, CSc.*

Im Artikel wird eine einfache Berechnungsmethode des Pegels der auf Rotorschaufeln der Maschinen wirkenden und durch einen nichthomogenen Zufussstrom hervorgerufenen periodischen Kräfte entworfen, dessen Nichthomogenität auf Nachläufe hinter einem vorgeschalteten Statorgitter zurückzuführen ist. Die Ergebnisse werden durch aerodynamische Koeffizienten gekennzeichnet, deren numerische Berechnung zusammen mit der numerischen Berechnung der genannten Nichthomogenität auf zwei Beispielen demonstriert werden.

## Od slunečního kolektoru k absorbčním střechám

Technika využívání slunečního světla je na přelomu, jak tvrdí výrobce tzv. solárních střech ZinCo, NSR. Absorbční střecha ASTRA nahrazuje sluneční kolektory. Je to v podstatě měděná krytina, která zaručuje střeše minimální životnost 50 let, což daleko přesahuje životnost ostatních částí zařízení na využívání sluneční energie. Krytina se skládá z polí určitých délek a šířek a nese na svém spodu kanálky, rovněž z mědi, kterými proudí teplosměrné médium. Shora je krytina obložena skleněnými buňkami s vnitřním vyduutím, které vytvářejí skleníkový efekt jak při přímém, tak i při difúzním slunečním záření a kromě toho působí esteticky.

kkt 3/79

(Ku)

## Japonský průmysl klimatizace

Průmysl klimatizace v Japonsku vykazuje od roku 1976 prudký nárůst a řadí se dnes ve světě na druhé místo za USA. V roce 1978 Japonsko exportovalo 310 000 ks vestavných jednotek (room unit), 150 000 blokových jednotek (packaged unit) a 95 000 ostatních typů jednotek včetně jednotek s děleným chladicím zařízením (split packaged unit) v celkové hodnotě 100 milionů dolarů.

Pro srovnání v témže roce USA exportovaly 900 000 vestavných jednotek a 130 000 blokových jednotek v celkové hodnotě 400 milionů dolarů.

Čtyři z japonských firem mají filiečky v zahraničí: MATSUSHITA, SANYO, DAIKIN a HITACHI. Jestliže pro vnitřní japonský trh jsou klimatizační jednotky zdrženlivé v designu, pak pro export tato zásada neplatí.

Se vzrůstající konkurencí na světových trzích se příznivá situace může změnit. Jedním z prvních kroků k zabezpečení zahraničních trhů je zvýšená aktivita JRAIA (Japonská společnost výrobců klimatizačních zařízení). Předseda její komise pro export informoval, že v navazujících průmyslových sektorech byly ustaveny obdobné komise, aby dohlížely na vývoj komponentů a mezi výrobci se zvýšila výměna informací. Je totiž záměrem komise vyrábět podle specifických požadavků každé jednotlivé krajiny, což má japonské výroby odlišovat od cizích.

JARN 5/79

(Ku)

## Vzduch nese skleněné tabule

Do průmyslu a obchodu přichází sklo od výrobce většinou ve velkých tabulích. Aby se

tyto tabule mohly racionálně přerézávat, byly vyvinuty speciální stroje na řezání skla. Ve snaze urychlit na nich práce, byl jejich manipulační stůl vybaven vzduchovým polštářem, na němž tabule spočívají, takže mohou být ovládnány lehce rukou bez poškození skla.

K vyvození tlaku bylo použito malých středotlakých ventilátorů fy. STÁFA a. s., které dodávají vzduch o celkovém tlaku 44 kPa do tlakové komory, umístěné pod manipulačním stolem. Malými otvory ve stole vystupuje vzduch pod tabuli, která pak „plave“ asi 1 mm nad stolem. Když je tabule ve správné pozici ke zpracování, obrátí se směr proudu vzduchu a tabule je prisáta k pracovnímu stolu.

kkt 4/79

(Ku)

## Nové skříňové klimatizační jednotky HITACHI

Fa. Krupp NSR uvedla na evropský trh nové klimatizační skříňové jednotky z výrobního programu japonské firmy HITACHI. Pozoruhodné jsou některé vlastnosti těchto jednotek:

- automatické zařízení na rozptýlení vzduchu: stálým otáčením výdechové žaluzie v rozmezí 80° dosáhne se dobrého promíchání vzduchu v prostoru a samozřejmě je možná i aretace požadovaného nastavení,
- programová regulace přes mikroprocesor: přístroj volí automaticky mezi pouhým větráním, či větráním s vytápěním nebo chlazením; je i možnost nastavení doby běhu jednotky, např. v závislosti na úřední době,
- přepínatelnost chladicího okruhu: umožňuje, aby až do venkovní teploty +5 °C pracoval chladicí okruh jako tepelné čerpadlo.

Z dalších vlastností jednotek stojí za zmínku:

- regulace objemového průtoku vzduchu: ventilátory jsou vybaveny dvouotáčkovými elektromotory,
- nízká hlučnost: jednotky mají vzduchem chlazené kondenzátory, které jsou odděleny a instalují se venku,
- možnost přibojdnání přídatného elektrického ohříváče vzduchu,
- jsou vyráběny ve třech velikostech s chladicími výkony 9,5 až 16 kW, s topnými výkony tepelného čerpadla 10 až 17 kW, při jmenovitých výkonech kompresoru 2,2 až 3,8 kW, elektrické přitápění je 4 až 5 kW.

HLH 7/79

(Ku)

## VELKOPLOŠNÉ AKUMULAČNÉ SÁLAVÉ VYKUROVANIE

MIKULÁŠ PAŠKO

*Kovoprojekta, Bratislava*

*Článok sa zaoberá teoretickými základy akumulácie tepla ve stropní konstrukci a upozorňuje na možnosti, jak využit této akumulace ve vytápěcí technice.*

*Recenzoval: Doc. Ing. Dr. J. Čihelka*

Svetový vývoj v energetickej situácii si žiada vytvoriť plynulejší odber energie z energetických zdrojov. Tu sa žiada zvýšiť nočný odber tepla, prípadne elektrickej energie pre vykurovacie účely, keď je väčšina priemyslu mimo prevádzky. Toto umožňuje efektívnejšie využitie tepelného zdroja z hľadiska spotreby paliva i využitia investícií. Tejto požiadavke vyhovuje akumulačné vykurovanie. V súčasnej dobe sa pre akumulačné vykurovanie vo väčšine prípadov používajú akumulačné kachle. V týchto akumulačnú hmotu tepla tvoria šamotové bloky, ktoré sa cez nočnú dobu nabíjajú na dosť vysokú teplotu pomocou elektrických odporových telies. Vybíjanie naakumulovaného tepla v čase odberu môžu byť statické alebo dynamické pomocou ventilátora. V rodinných domkoch sa používa normálne teplovodné vykurovanie s vodnými akumulátormi. Vzhľadom na malú schopnosť akumulácie tepla vodného obsahu akumulátora je takýto systém nevýhodný pre väčšie spotreby tepla. Inou možnosťou je kombinácia väčších akumulačných kachiel s dynamickým vybíjaním spojené s výmeníkom tepla. Toto zariadenie môže do menšieho priestoru naakumulovať väčšie množstvo tepla ako teplovodné akumulátory. Uvedené princípy potrebujú osobitné zariadenie s akumulačnou hmotou. Vylúčiť takéto zariadenie zo systému vedie jednoznačne k veľkoplošnému vykurovaniu. Takéto vykurovanie využíva k akumulovaniu tepla vlastnú hmotnosť stavebných konštrukcií. Prostredníkom náhrevu týchto konštrukcií môže byť elektrická energia pomocou odporového káblu, prípadne teplá voda, ktorá sa vedie cez hadicu z kovových rúrok alebo umelých hmôt. Dnes sa používa viac systémov k veľkoplošnému vykurovaniu stropom alebo podlahou. Deria-Destra, Goflästra, Golv-värme, TA-Radifix, TA-Stramax, atď. Avšak všetky tieto systémy sú zamerané na vykurovanie s minimálnym akumulačným efektom.

Riešenie veľkoplošného vykurovania s prerušovanou prevádzkou a dostatočným akumulačným efektom je značne obtiažne. To z toho dôvodu, že je mnoho neznámych, a to nás núti voliť zjednodušené faktory, aby sme mohli prikočiť k teoretickému riešeniu uvedeného problému. V našom prípade budeme uvažovať, že stropná konštrukcia sa bude nachádzať v priestore, v ktorom nad konštrukciou i pod konštrukciou je stála teplota  $t_{vn} = 20^\circ\text{C}$ . Ďalej budeme uvažovať so stálymi súčiniteľmi prestupu tepla a to u podlahy  $\alpha_p = 10,4 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$  a u stropu  $\alpha_s = 7,6 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$ .

Pre výpočet priebehu teploty v stropnej konštrukcii pri ustálenom stave bolo vypracované rôznymi autormi viacero metód Kalous—Kollmar, Kollmar—Wierz, Missenard, Rydberg—Huber, atď. Medzi výsledkami podľa uvedených prác nie sú podstatné rozdiely. Pre náš zámer najlepšie vyhovuje metóda Kollmarová, v ktorej

sa uvažuje s myšlenou teplonosnou vrstvou v hrúbke vykurovacieho elementu  
 Výpočtové výrazy sú nasledovné:

Pomocné hodnoty

$$m = \sqrt{\frac{\kappa_c + \kappa_b}{\lambda_d \cdot d}}, \quad (1)$$

$$\kappa_c = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_s} + \sum \frac{c}{\lambda}}, \quad (2)$$

$$\kappa_b = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_p} + \sum \frac{b}{\lambda}}, \quad (3)$$

$$\eta = \frac{\operatorname{tgh} \frac{m(l-d)}{l}}{\frac{m(l-d)}{l}}. \quad (4)$$

Teplota v prostriedku teplonosnej vrstvy

$$t_{mi} = t_{vn} + \eta (t_E - t_{vn}). \quad (5)$$

Stredná teplota teplonosnej vrstvy

$$t_{mab} = t_{mi} \left(1 - \frac{d}{l}\right) + t_E \frac{d}{l}. \quad (6)$$

Stredná teplota stropu

$$t_s = t_{vn} + \frac{\kappa_c}{\alpha_s} \left[ \eta \left(1 - \frac{d}{l}\right) + \frac{d}{l} \right] \cdot (t_E - t_{vn}). \quad (7)$$

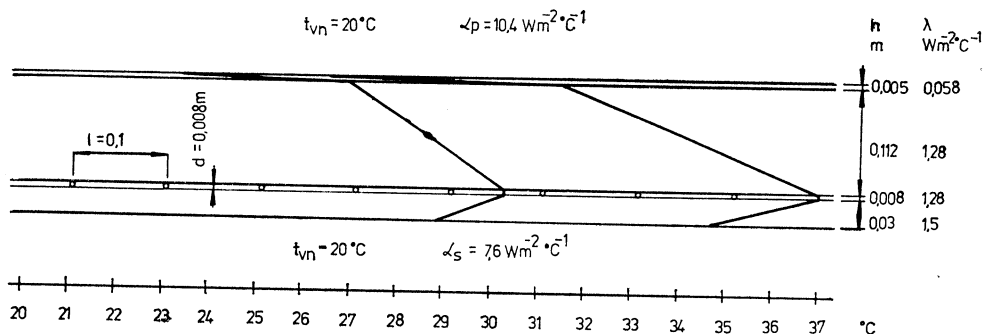
Stredná teplota podlahy

$$t_p = t_{vn} + \frac{\kappa_b}{\alpha_p} (t_{mab} - t_{vn}). \quad (8)$$

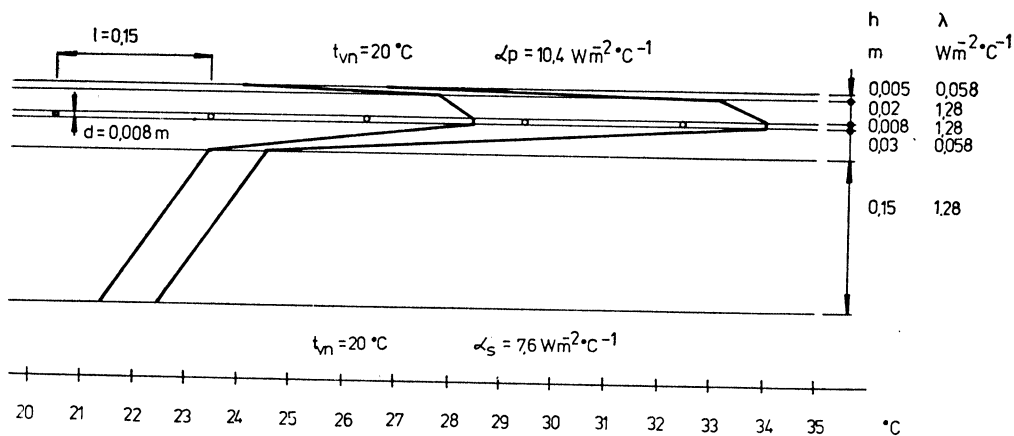
V uvedených výrazoch znamená:

- $t_{vn}$  — teplota okolia, v našom prípade 20 °C,
- $t_s$  — teplota stropu [°C],
- $t_p$  — teplota podlahy [°C],
- $d$  — priemer vykurovacieho elementu [m],
- $t_e$  — teplota povrchu vykurovacieho elementu [°C],
- $l$  — rozteč medzi vykurovacími elementami.

Uvedeným postupom bol pre tri charakteristické stropné konštrukcie vypracovaný výpočet rozloženia teploty po priereze konštrukcie. Boli uvažované dva prípady, a to: pre povrchovú teplotu vykurovacieho elementu 35 a 45 °C. Priemer vykurovacieho elementu bol uvažovaný 0,008 m. Priebeh teplôt v hrúbke konštrukcií je znázornený pre jednotlivé prípady na obr. 1 až 3. V nosnej vrstve sú znázornené stredné teploty tejto vrstvy  $t_{mab}$ . Plocha medzi krivkami pre teploty



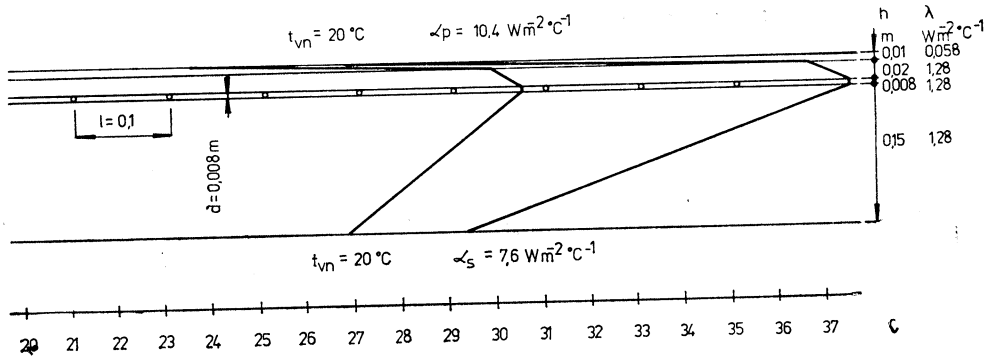
Obr. 1.



Obr. 2.

$t_E = 35$  a  $45^\circ\text{C}$  znázorňuje v určitom merítku akumuláciu schopnosť konštrukcie pri teplotnom spáde  $10^\circ\text{C}$ . Než prikróime k ďalšiemu rozboru výpočtového postupu prevedieme posúdenie použiteľnosti uvedených troch konštrukcií. Na obr. 1 je typický strop pre panelovú výstavbu s takzvanou nulovou podlahou. Stropná konštrukcia pozostáva z 15 cm hrubej železobetónovej dosky s textilnou podlahovinou 0,005 m. Predpokladá sa, že vykurovací element bude zabudovaný do konštrukcie vo výrobní panelov. Je umiestnený asi 3 cm odspodu a je pripevnený na nosnú armatúru konštrukcie. Takáto konštrukcia tvorí stropné i podlahové vykurovanie čo z hľadiska vytvárania pohody vo vykurovacom priestore je veľmi výhodne. Avšak z iných hľadísk má táto konštrukcia viacero nevýhod. Vloženie topného elementu vo výrobní panelov si vyžiada veľký počet stropných prvkov, pretože dĺžka topného elementu musí zodpovedať tepelnému zariadeniu a to môže

byť rôzne. Ak ide o elektrický odporový kábel, potom na druhej strane musí dĺžka elektrického kábla zodpovedať napätiu pripojenej siete a ohmickému odporu. Týmto podmienkam môže zodpovedať jediná dĺžka. Z toho vyplýva, že jednotlivé stropné dielce bude potrebné zapájať za sebou a vedľa seba tak, aby sa bezpodmienečne splnila táto požiadavka. Ďalšou nevýhodou je, že vykurovací element je umiestnený v priereze práve v staticky najviac namáhanej časti. Ohrev o 10 až 15 °C na povrchu vykurovacieho elementu v priebehu 8 až 9 hod. môže znamenať neúnosné dodatočné napätie ťahovej časti dosky. Ďalšou veľkou ne-



Obr. 3.

výhodou je, že v prípade poškodenia vykurovacieho elementu výmena nie je možná. Z uvedeného rozboru vyplýva, že ak u tejto konštrukcie nevzniknú pre výrobu neprekonateľné, tak iste neúnosné komplikácie.

Na obr. 2. je znázornená stropná konštrukcia s tzv. plávajúcou podlahou. Tento spôsob sa bežne používa u rôznych druhov podlahového vykurovania. Nosná konštrukcia stropu, podobná, ako v prvom prípade, je od vykurovacej vrstvy oddelená tepelnou izoláciou 0,03 m. Na izoláciu je položené ocelové pletivo, na ktoré sa príchytkami upevňuje vykurovací element. Tento je potom zaliaty betónovou zmesou. Táto konštrukcia je v podstate len podlahovým vykurovaním. Tepelný výkon stropu činí len asi 25 % výkonu podlahy. Z hľadiska prerušovaného vykurovania veľkou nevýhodou je, že akumulčná hmota konštrukcie je tepelnou izoláciou rozdelená na 2 čiastky. Takto hlavná hmotnosť konštrukcie sa na akumulácii tepla zúčastňuje len minimálne a to robí tento strop pre akumulčné vykurovanie nepoužiteľný.

Na obr. 3 je znázornená konštrukcia, ktorá vyšla z konfrontácie dvoch predchádzajúcich. Bola vypustená izolačná vrstva pod vykurovacím elementom. Tepelnú izoláciu ako i izoláciu protikročajovej priezvučnosti tvorí vhodná vrstva podlahoviny 0,01 m na povrchu konštrukcie. Vykurovací element je položený priamo na nosnej konštrukcii, ku ktorej môže byť pripevnený pomocou hmoždínok. Potom je zaliaty betónovou zmesou. Takto sa dosiahne kompaktná akumulčná hmota, podobne ako u konštrukcie 1. Výhody oproti tejto sú nasledovné: vykurovací element je vzdialený od najviac pevnostne namáhanej časti konštrukcie. Taktiež teplotné výkyvy na vykurovacej ploche stropu sú vo vhodnejšom rozsahu. Veľkou

výhodou je, že vykurovací systém sa prevádza montážnym spôsobom na rozostavanej prípadne i ukončenej stavbe. Môže byť rovnako dobre použitý elektrický systém pomocou vykurovacieho káblu, ako i teplovodný systém pomocou ohebných rúrok a nízko uhlíkovej ocele, prípadne umelých hmôt. Takto môžeme veľmi vhodne navrhovať zapojenie elementov, aby zodpovedal i dispozícii objektu a napätiu elektrickej siete, respektíve hydraulickým pomerom u teplovodného systému. Táto konštrukcia je pre naše zámery najvýhodnejšia. Z tohto dôvodu ďalej rozvedený výpočtový postup je zameraný na túto alternatívu.

Autor v ďalšom postupe si kládol úlohu pomerne matematicky zložitý a pracný výpočtový postup doviest' do krajne nožnej jednoduchosti. Prvou úvahou je, že teplota na povrchu vykurovacieho elementu  $t_E$  a rozloženiu teploty po priereze konštrukcie, určenú výpočtovým postupom podľa *Kollmara* existuje výsledná stredná teplota konštrukcie  $t_K$  zodpovedajúca teplotám a fyzikálnym vlastnostiam jednotlivých vrstiev. Pre náš strop na obr. 3 zodpovedá tomu nasledujúci výraz

$$t_K = 0,5635t_E + 8,735 \quad [^\circ\text{C}], \quad (9)$$

potom zvolenému určitému tepelnému spádu na povrchu vykurovacieho elementu  $\Delta t_E$  zodpovedá určitý tepelný spád strednej teploty konštrukcie  $t_K$

$$\Delta t_K = 0,5635 \Delta t_E \quad [^\circ\text{C}]. \quad (10)$$

Označme tento tepelný spád konštrukcie  $\Delta t_K = A_{t_{\text{CEL}}}$  ako celkovú amplitúdu teplotných výkyvov konštrukcie. Táto celková amplitúda pozostáva

$$A_{t_{\text{CEL}}} = A_{t_{\text{MAX}}}^+ - A_{t_{\text{MIN}}}^- \quad [^\circ\text{C}]. \quad (11)$$

Teplotný výkyv bude okolo určitej strednej teplotnej hodnoty konštrukcie  $t_{K_{\text{STP}}}$  prebiehať v hodnotách kladných i záporných tak, že výsledná hodnota plochy opísaná krivkou bude nulová. Toto logicky vyplýva z úvahy, že energia vložená do akumulácie hmoty v čase jej vykurovania musí sa rovnať energii vydávanej v čase jej chládznutia, teda v prestávke vykurovania. K ďalšiemu postupu je potrebné zvoliť periódu vykurovania a prestávky vykurovania. Celková dĺžka periódy bude 1 deň, teda 24 hodín. Dĺžku doby vykurovania zvolíme  $Z_V = 9$  hodín a potom bude doba prestávky vykurovania  $Z_P = 15$  hodín. Označíme pomer doby vykurovania k dĺžke celej periódy nasledovne

$$\eta_0 = \frac{Z_V}{Z_V + Z_P} = \frac{9}{24} = \frac{3}{8}, \quad (12)$$

$\eta'$  bude premenná hodnota v ľubovoľnom bode periódy, napríklad v 12-ej hodine

$$\eta' = \frac{12}{24} = \frac{4}{8}, \quad (13)$$

potom môžeme nasledovne určiť pomocné hodnoty pre Furierovú radu

$$\eta = \eta' - \frac{\eta_0}{2} = \frac{4}{8} - \frac{3}{16} = \frac{5}{16}, \quad (14)$$

$$\varphi = 2\eta + \eta_0 = \frac{5}{8} + \frac{3}{8} = 1, \quad (15)$$





$$A_{t_{STR}}^+ = A_{t_{CEL}} \frac{\omega_{STR}}{\omega_{CEL}} = 8,452 \frac{0,4163}{1,4668} = 2,398 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (20)$$

$$A_{t_{STR}}^- = A_{t_{CEL}} \frac{\omega_{STR}}{\omega_{CEL}} = 8,452 \frac{-0,2593}{1,4668} = -1,494 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (21)$$

obecne ľubovoľný bod krivky

$$A_t = A_{t_{CEL}} \frac{\omega}{\omega_{CEL}}. \quad (22)$$

V uvedených výrazoch znamená

$$\omega_{CEL} = \omega_{MAX} - \omega_{MIN} = 0,8381 - (-0,6287) = 1,4668. \quad (23)$$

K ďalšiemu postupu musíme určiť akumuláciu schopnosť konštrukcie

$$Q_A = \Delta t_K \Sigma \frac{C_K}{3600} \rho_K \cdot h_K = 61,63 \Delta t_E. \quad (24)$$

Táto hodnota sa rovná množstvu tepla odvedeného do priestoru v dobe prerušenia vykurovania  $Z_P$ .

Množstvo tepla odovzdané do priestoru môžeme dať do závislosti na strednej teplote konštrukcie v čase chladnutia čiže prestávky vykurovania  $t_{K_P}$

$$t_{K_P} = t_{K_{STR}} + A_{t_{STR}}^-, \quad (25)$$

pre uvažovanú konštrukciu bolo odvodené

$$Q_A = Z_P(9,47 \cdot t_{K_P} - 189,5) = 61,63 \Delta t_E, \quad (26)$$

z toho môžeme určiť

$$t_{K_P} = \frac{\frac{Q_A}{Z_P} + 189,5}{9,45} = \frac{\frac{61,63 \Delta t_E}{Z_P} + 189,5}{9,47} = \frac{\frac{61 \cdot 63 \cdot 15}{15} + 189,5}{9,47} = 26,52 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Z rovnice (25) môžeme určiť strednú teplotu konštrukcie v celej 24 hodinovej perióde

$$t_{K_{STR}} = t_{K_P} - A_{t_{STR}}^- = 26,52 + 1,494 = 28,014 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Teraz môžeme určiť maximálnu a minimálnu teplotu konštrukcie

$$t_{K_{MAX}} = t_{K_{STR}} + A_{t_{MAX}}^+ = 28,014 + 4,829 = 32,843 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (27)$$

$$t_{K_{MIN}} = t_{K_{STR}} + A_{t_{MIN}}^- = 28,014 + 3,623 = 24,391 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (28)$$

K ľubovoľnej teplote konštrukcie môžeme vypočítať prislúchajúcu teplotu stropu  $t_S$

$$[t_S = 0,663 t_K + 6,746 \quad [^\circ\text{C}]] \quad (29)$$

a teplotu podlahy  $t_P$

$$t_P = 0,426 t_K + 11,48 \quad [^\circ\text{C}], \quad (30)$$

tak napríklad maximálna teplota stropu bude

$$t_{S_{\text{MAX}}} = 0,663t_{K_{\text{MAX}}} + 6,746 = 0,663 \cdot 32,843 + 6,746 = 28,521 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

a maximálna teplota podlahy

$$t_{P_{\text{MAX}}} = 0,426t_{K_{\text{MAX}}} + 11,48 = 0,426 \cdot 32,824 + 11,48 = 25,47 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Vidíme, že maximálne teploty povrchov sú pomerne nízke a vyhovujú podmienkam komfortu i pri výstavbe s malou výškou podlažia. Podobne môžeme určiť prislúchajúce množstvá odovzdaného tepla stropom i podlahou, prípadne celkové množstvo tepla odovzdávaného konštrukciou v závislosti na strednej teplote  $t_K$ . Množstvo tepla odovzdaného stropom

$$q_S = 5,035t_K - 100,8 \quad [\text{W m}^{-2}]. \quad (31)$$

Množstvo tepla odovzdaného podlahou

$$q_P = 4,434t_K - 88,66 \quad [\text{W m}^{-2}]. \quad (32)$$

Množstvo tepla odovzdaného konštrukciou

$$q_{\text{CEL}} = 9,47t_K - 189,5 \quad [\text{W m}^{-2}]. \quad (33)$$

Veľmi dôležité bude určiť príkon stropu v nabíjacej perióde po dobu 9 hodín. V tomto úseku treba priviesť celkové množstvo tepla, ktoré zodpovedá množstvu tepla odovzdaného do priestoru a množstvu tepla naakumulovaného v konštrukcii. Množstvo tepla, odovzdané do priestoru môžeme vypočítať z nasledujúceho výrazu

$$\begin{aligned} Q_{\text{STR}_V} &= Z_V q_V = Z_V [9,47(t_{K_{\text{STR}}} + A_{t_{\text{STR}}}^+) - 189,5] = \\ &= 9 [9,47(28,014 + 2,398) - 189,5] = 886,5 \quad [\text{W m}^{-2}]; \end{aligned} \quad (34)$$

$t_{K_{\text{STR}}} + A_{t_{\text{STR}}}^+$  = stredná teplota konštrukcie v periode vykurovania. Množstvo tepla, potrebné na naakumulovanie stropu môžeme vypočítať z výrazu (24)

$$Q_A = 61,63 \Delta t_E = 61,63 \cdot 15 = 924,5 \quad [\text{W m}^{-2}]. \quad (35)$$

Celkové množstvo tepla, ktoré treba previesť v nabíjacej perióde do konštrukcie

$$Q_N = Q_{\text{STR}_V} + Q_A = 886,5 + 924,5 = 1811 \quad [\text{W m}^{-2}]. \quad (36)$$

a hodinový príkon na  $\text{m}^2$  konštrukcie

$$q_N = \frac{Q_N}{Z_H} = \frac{1811}{9} = 201,2 \quad [\text{W m}^{-2}].$$

Ako už bolo spomenuté môže konštrukcia vydať len množstvo tepla, ktoré bolo počas vykurovania (nabíjania) naakumulované. Priemerné množstvo tepla počas chladnutia môžeme určiť z nasledovného

$$q_{\text{STR}_P} = \frac{Q_A}{Z_P} = \frac{924,5}{15} = 61,63 \quad [\text{W m}^{-2}]. \quad (37)$$

Pre kontrolu môžeme tento výkon počítať z rovnice (33), stredná teplota konštrukcie v perióde chladnutia, vypočítaná z rovnice (25)

$$q_{\text{STR}_P} = 9,47 t_{K_P} - 189,5 = 9,47 \cdot 26,52 - 189,5 = 61,63 \quad [\text{W m}^{-2}].$$

Priemerné množstvo tepla odovzdávané konštrukciou cez periódu 24 hodín obdržíme

$$q_{STR} = \frac{Q_N}{Z_H + Z_P} = \frac{1811}{24} = 75,46 \quad [W m^{-2}]. \quad (38)$$

Toto môžeme kontrolovať podľa rovnice (33)

$$q_{STR} = 9,47t_{K_{STR}} - 189,5 = 9,47 \cdot 28,014 - 189,5 = 75,79 \quad [W m^{-2}]. \quad (39)$$

Tento prakticky zanedbateľný rozdiel vznikol zaokrúhlením výsledkov pri odvodzovaní jednotlivých vzťahov.

Z rovníc (31) a (32) môžeme určiť podiel tepla odovzdaného stropom a podlahou

$$q_S = 0,035t_{K_{STR}} - 100,8 = 0,035 \cdot 28,014 - 100,8 = 40,25 \quad [W m^{-2}]. \quad (40)$$

$$q_P = 4,434t_{K_{STR}} - 88,6 = 4,434 \cdot 28,014 - 88,6 = 35,61 \quad [W m^{-2}]. \quad (41)$$

Napokon je potrebné určiť maximálnu teplotu povrchu vykurovacieho elementu. Túto môžeme vypočítať z nasledujúceho vzťahu

$$t_{E_{MAX}} = 1,775t_{K_{MAX}} - 15,5 = 1,775 \cdot 32,843 - 15,5 = 42,8 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (42)$$

Týmto sú určené všetky potrebné parametre k dimenzovaniu vykurovacej plochy.

Všetky tu uvedené výrazy boli odvodené z rozloženia teplôt v priereze konštrukcie pri ohreve. Pribeh chladnutia bude mať trochu iný charakter. Os maximálnych teplôt pri chladnutí sa bude posúvať od osi maximálnych teplôt pri ohreve (leží v osi vykurovacieho elementu). Tento posuv bude závislý od tepelných tokov a akumulčných schopností jednotlivých vrstiev. Tento pribeh by sa mohol počítať metódou konečných rozdielov alebo metódou elementárnych bilancií. Vzhľadom na obtiažnosť predmetných výpočtov a nepatrného vplyvu tohto javu na odovzdávanie tepla konštrukciou do priestoru, nepovažujem tento výpočet za nutný.

Tu uvedený výpočtový postup, zhrnutý do niekoľkých simultánných lineárnych rovníc je stiahnutý na konštrukciu a parametre uvedené na obr. 3. Tento postup možno uplatniť po úprave na ľubovlnú stropnú konštrukciu a táto práca má byť na to návodom. Výsledné zjednodušené rovnice vyhovujú úplne potrebám praxe z hľadiska presnosti a hlavne jednoduchosti výpočtového postupu.

Na záver ohcem podotknúť, že proti akumuláčnej schopnosti vykurovacieho prvku sa namieta nedostatok prispôsobivosti k zmene vonkajšej teploty. V skutočnosti nie je tomu celkom tak z toho dôvodu, že výkyv vonkajšej teploty sa neprejavuje okamžite vo vnútri budovy. Je tu časové oneskorenie, dané tepelnou pohltivosťou plášťa. Preto je potrebné posudzovať túto otázku komplexne a k určitej akumuláčnej schopnosti vykurovacieho prvku voliť primeraný plášť. Pri dnešnej vyspelosti meteorológie môžeme očakávať dostatočne presnú predpoveď počasia minimálne 24 hodín vopred a tomuto prispôbiť vykurovanie akumuláčného elementu.

Výhodou tohto veľkoplošného vykurovania je, že k akumulácii tepla slúži hmotnosť stavebnej konštrukcie. Priaznivejšie rozloženie teploty a predpoklad vytvorenia väčšej tepelnej pohody. Nevýhodou proti dynamickým akumuláčným kachliam zostáva nemožnosť intenzívnejšie vybíjanie prvku v určitú hodinu, pomocou intenzívnejšieho prúdu vzduchu. Avšak amplitúda tepelných výkyvov bude u rovnakého obvodného plášťa u veľkoplošného vykurovania menšia.

V tomto príspevku sme sa zaoberali len vlastnosťami akumuláčnej vykurovacej konštrukcie. Zostáva ešte určiť spôsob dimenzovania veľkosti potrebnej vykurovacej plochy, ktorý sa bude líšiť od určenia vykurovacej plochy u klasického vykurovania. Ďalej je potrebné určiť veľkosť teplotných výkyvov v celom priestore, vykurovanom takýmto spôsobom.

#### *Poznámka recenzenta*

Obdobným tématom jako článok M. Paško sa zabývaly v našom časopise dva články otišténé již v roce 1974:

1. Stropní deska jako tepelně akumuláční jádro při velkoplošném vytápění a chlazení budov. ZTV, 17, 1974, č. 2, s. 61—71.
2. Akumulační způsob temperování moderních budov. ZTV, 17, 1974, č. 6, s. 317—323.

### **ПОТОЛОЧНОЕ АККУМУЛЯЦИОННОЕ ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ**

*Михулаш Пашко*

Статья занимается теоретическими основаниями аккумуляирования тепла в перекрытии и указывает на возможности использования этого способа аккумуляирования тепла в отопительной технике.

### **CEILING HEAT STORAGE RADIANT HEATING**

*Mikuláš Paško*

The article deals with theoretical basis of heat storage in a ceiling and it points out the possibilities of heat storage utilization in heating engineering.

### **CHAUFFAGE PAR ACCUMULATION EN GRANDES SURFACES DE RAYONNEMENT**

*Mikuláš Paško*

L'article présenté décrit les bases théoriques de l'accumulation de chaleur dans un plafond et appelle l'attention sur les possibilités d'une utilisation de cette accumulation de chaleur dans la technique de chauffage.

### **SPEICHER - GROSSFLÄCHHEIZUNG**

*Mikuláš Paško*

Der Artikel beschreibt theoretische Grundlagen der Wärmespeicherung in einer Decke und macht aufmerksam auf die Möglichkeiten einer Ausnutzung dieser Wärmespeicherung in der Heiztechnik.

## INFILTRACE V BUDOVÁCH

MIROSLAV ŠINDELÁŘ

CHEMING, Pardubice

*Autor v článku uvádí tabelárně zpracovaný výpočet tepelné ztráty přirozeným větráním infiltrací podle ČSN 06 0210.*

*Recenzoval: Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka*

Podle ČSN 06 0210 se provádí výpočet tepelné ztráty přirozeným větráním infiltrací podle vztahu

$$Q_v = 1300 \Sigma(i \cdot l) \cdot B \cdot M(t_i - t_e) \text{ [W]}, \quad (1)$$

kde  $c = 1300 \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-1}$  je měrné teplo vzduchu při teplotě  $0^\circ\text{C}$ ,

$\Sigma(i \cdot l)$  = provzdušnost oken a venkovních dveří [ $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-0,67}$ ],

$i$  = součinitel provzdušnosti [ $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} / \text{m Pa}^{-0,67}$ ],

$l$  = délka spár otevíratelných částí oken a venkovních dveří [m],

$B$  = charakteristické číslo budovy [ $\text{Pa}^{-0,67}$ ],

$M$  = charakteristické číslo místnosti [-],

$t_i - t_e$  = výpočtový rozdíl teplot [ $^\circ\text{C}$ ].

K zjednodušení výpočtu pomocí tabulek je možno provést úpravu rovnice (1)

$$Q_v = A \cdot \Sigma l(t_i - t_e) \text{ [W]}, \quad (2)$$

kde  $A = 1300 \cdot i \cdot B \cdot M \text{ [W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ .

Dále se podle ČSN 06 0210 provádí kontrola intenzity výměny vzduchu při infiltraci, která nemá být menší než  $0,3 \text{ h}^{-1}$ .

$$n = \frac{3600 \Sigma(i \cdot l) \cdot B \cdot M}{V} \text{ [h}^{-1}], \quad (3)$$

kde  $V$  = objem místnosti [ $\text{m}^3$ ].

Vzorec (3) je možno upravit na

$$n = \frac{V_1 \cdot \Sigma l}{V} \text{ [h}^{-1}], \quad (4)$$

kde  $V_1 = 3600 \cdot i \cdot B \cdot M \text{ [m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$ .

Hodnoty  $A$  i  $V_1$  jsou uvedeny v tabulkách 1 a 3 podle výšky budovy. Podle tabulek 1 a 2 je možno určit příslušná charakteristická čísla budovy  $B$ .

Tabulek lze s výhodou použít i při výpočtech pomocí počítače Planecal. Pouze vzorec 4) je nutno upravit do tvaru

$$n = V_1 \cdot \Sigma l \cdot \frac{1}{V} \text{ [h}^{-1}].$$

*Příklady:*

1. Dáno: Výška budovy 20 m, budova osaměle stojící, krajina normální, poloha nechráněná, charakteristické číslo místnosti  $M = 0,4$ , okna dřevěná zdvojená, celková délka okenních spár  $\Sigma l = 13,2 \text{ m}$ , objem místnosti  $54 \text{ m}^3$ ,  $t_i - t_e = 32^\circ\text{C}$ .

Výpočet:

$$\begin{aligned} \text{z tabulky 1: } A &= 0,5824 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ V_1 &= 1,61 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \end{aligned}$$

$$Q_v = 0,5824 \cdot 13,2 \cdot 32 = 246 \text{ W}$$

$$n = \frac{1,61 \cdot 13,2}{54} = 0,39 \text{ h}^{-1}$$

2. Dáno: totéž, avšak pro třetí podlaží budovy o dvaceti podlažích.

Výpočet:

$$\begin{aligned} \text{z tabulky 2: } B &= 16 \\ \text{z tabulky 3: } A &= 1,1348 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ V_1 &= 3,23 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \end{aligned}$$

$$Q_v = 1,1348 \cdot 13,2 \cdot 32 = 479 \text{ W}$$

$$n = \frac{3,23 \cdot 13,2}{54} = 0,79 \text{ h}^{-1}$$

*Literatura:* ČSN 06 0210 (1977) Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění.

**Инфильтрация в зданиях**

*Мирослав Шинделарж*

Автор приводит в статье расчет тепловых потерь естественной вентиляцией инфильтрацией по чехословацком стандарте ЧСН 06 0210, обработанный в форме таблиц.

Tab. 1. Infiltrace v budovách o výšce do 25 m

Budova		Poloha, budovy v krajině											
		Krajina				Nechráněná							
Řadová		Normální				Nechráněná							
		S intenzivními větry				Chráněná							
Osaměle stojící		Normální				Chráněná							
		S intenzivními větry				Chráněná							
Charakteristické číslo		Budovy B		4		6		8					
Místnosti M		0,4	0,7	1	0,4	0,7	1	0,4	0,7	1			
Druh oken nebo dveří		Součinitel provzdušnosti $i$ [ $\text{m}^3 \text{s}^{-1}/\text{m Pa} \cdot \text{m}^2$ ]		Horní řádek: $A$ [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ] Dolní řádek: $V_1$ [ $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ]									
Dřevěná nebo z plastických hmot	jedno- duchá zdvojená	0,2964	0,5187	0,7410	0,3952	0,6916	0,9880	0,5928	1,0374	1,4820	0,7904	1,3832	1,9760
	dvojitá	0,82	1,44	2,05	1,09	1,92	2,74	1,64	2,87	4,10	2,19	3,83	5,47
Normální těsnost	jedno- duchá a zdvo- jená dvojitá	0,2184	0,3822	0,5460	0,2912	0,5096	0,7280	0,4368	0,7644	1,0920	0,5824	1,0192	1,4560
	Velmi dobrá těsnost	0,61	1,06	1,51	0,81	1,41	2,02	1,21	2,12	3,02	1,61	2,82	4,03
Kovová	jedno- duchá a zdvo- jená dvojitá	0,1872	0,3276	0,4680	0,2496	0,4368	0,6240	0,3744	0,6552	0,9360	0,4992	0,8736	1,2480
	Velmi dobrá těsnost	0,52	0,91	1,30	0,69	1,21	1,73	1,04	1,81	2,59	1,38	2,42	3,46
Venkovní dveře — domovní	Normální těsnost	0,3744	0,6552	0,9360	0,4992	0,8736	1,2480	0,7488	1,3104	1,8720	0,9984	1,7472	2,4960
	Velmi dobrá těsnost	1,04	1,81	2,59	1,38	2,42	3,46	2,07	3,63	5,18	2,77	4,84	6,91
Venkovní dveře — domovní	Normální těsnost	0,3276	0,5733	0,8190	0,4368	0,7644	1,0920	0,6552	1,1466	1,6380	0,8736	1,5288	2,1840
	Velmi dobrá těsnost	0,91	1,59	2,27	1,21	2,12	3,02	1,81	3,18	4,54	2,42	4,23	6,05
Venkovní dveře — domovní	Normální těsnost	0,1404	0,2457	0,3510	0,1872	0,3276	0,4680	0,2808	0,4914	0,7020	0,3744	0,6552	0,9360
	Velmi dobrá těsnost	0,39	0,68	0,97	0,52	0,91	1,30	0,78	1,36	1,94	1,04	1,81	2,59
Venkovní dveře — domovní	Normální těsnost	0,1092	0,1911	0,2730	0,1456	0,2548	0,3640	0,2184	0,3822	0,5460	0,2912	0,5096	0,7280
	Velmi dobrá těsnost	0,30	0,53	0,756	0,40	0,71	1,01	0,61	1,06	1,51	0,81	1,41	2,02
Venkovní dveře — domovní	Normální těsnost	0,5616	0,9828	1,4040	0,7488	1,3104	1,8720	1,1232	1,9656	2,8080	1,4976	2,6208	3,7440
	Velmi dobrá těsnost	1,56	2,72	3,89	2,07	3,63	5,18	3,11	5,44	7,78	4,15	7,26	10,37
Venkovní dveře — domovní	Normální těsnost	0,2964	0,5187	0,7410	0,3952	0,6916	0,9880	0,5928	1,0374	1,4820	0,7904	1,3832	1,9760
	Velmi dobrá těsnost	0,82	1,44	2,05	1,09	1,92	2,74	1,64	2,87	4,10	2,19	3,83	5,47

Pokračování tab. 1

Budova		Krajina		Poloha budovy v krajině								
		Normální S intenzivními větry	Normální S intenzivními větry	Velmi nepříznivá Nechráněná		Velmi nepříznivá		Velmi nepříznivá				
Osaměle stojící		Normální	Normální	Velmi nepříznivá Nechráněná		Velmi nepříznivá		Velmi nepříznivá				
		S intenzivními větry	S intenzivními větry	Nechráněná		Nechráněná		Nechráněná				
Charakteristické číslo		Budovy B		9		12		16				
Druh oken nebo dveří		Místnosti M		0,4	0,7	1	0,4	0,7	1	0,4	0,7	1
Dřevěná nebo z plastických hmot		Součinitel provzdušnosti $\epsilon$ [m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> /mPa <sup>0,67</sup> ]		Horní rádek: $A$ [W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ]		Dolní rádek: $V_1$ [m <sup>3</sup> · m <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> ]						
		1,9 · 10 <sup>-4</sup>		2,4 · 10 <sup>-4</sup>								
Kovové		jedo- duchá zdvojená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		
		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		
Venkovní dveře — domovní		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		
		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		jedo- duchá a zdvo- jená		
Dřevěná nebo z plastických hmot	jedo- duchá zdvojená	0,892	1,5561	2,230	1,1856	2,0748	2,9640	1,5808	2,7664	3,9520		
		2,46	4,31	6,16	3,28	5,75	8,21	4,38	7,66	10,94		
Kovové	jedo- duchá a zdvo- jená	0,6562	1,1466	1,6380	0,8736	1,5288	2,1840	1,1648	2,0384	2,9120		
		1,81	3,18	4,54	2,42	4,23	6,05	3,23	5,65	8,06		
Venkovní dveře — domovní	jedo- duchá a zdvo- jená	0,5616	0,9828	1,4040	0,7488	1,3104	1,8720	0,9984	1,7472	2,4960		
		1,56	2,72	3,89	2,07	3,63	5,18	2,77	4,84	6,91		
Dřevěná nebo z plastických hmot	jedo- duchá a zdvo- jená	1,1232	1,9656	2,8080	1,4976	2,6208	3,7440	1,9968	3,4944	4,9920		
		3,11	5,44	7,78	4,15	7,26	10,37	5,53	9,68	13,82		
Kovové	jedo- duchá a zdvo- jená	0,9828	1,7199	2,4570	1,3104	2,2932	3,2760	1,7472	3,0576	4,3680		
		2,72	4,76	6,80	3,63	6,35	9,07	4,84	8,47	12,10		
Venkovní dveře — domovní	jedo- duchá a zdvo- jená	0,4212	0,7371	1,0530	0,5616	0,9828	1,4040	0,7488	1,3104	1,8720		
		1,17	2,04	2,92	1,56	2,72	3,89	2,07	3,63	5,18		
Dřevěná nebo z plastických hmot	ne- těsněné těsněné	1,6848	2,9484	4,2120	2,2464	3,9312	5,6160	2,9952	5,2416	7,4880		
		4,67	8,16	11,66	6,22	10,89	15,55	8,29	14,52	20,74		
Kovové	ne- těsněné těsněné	0,8892	1,5561	2,230	1,1856	2,0748	2,9640	1,5808	2,7664	3,9520		
		2,46	4,31	6,16	3,28	5,75	8,21	4,38	7,66	10,94		

Tab. 2. Budovy o výšce nad 25 m

Charakteristické číslo budovy B ve spodních podlažích

Budova																Krajina									
Řadová																Normální									
																S intenzivními větry									
Osaměle stojící																Normální									
																S intenzivními větry									
Celkový počet podlaží																									
8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40									
Číslo podlaží																									
														1	2	3	4								
												1	2	3	4	5	6	7	8						
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20									

Vysoké objekty s osamocenými místnostmi ve výšce nad 100 m (televizní věže apod.):



Poloha budovy v krajině						
Chráněná		Ne- chráněná		Velmi nepříznivá		
		Chráněná		Ne- chráněná	Velmi nepříznivá	
	Chráněná		Ne- chráněná		Velmi nepříznivá	
			Chráněná		Nechráněná	Velmi nepříznivá
Charakteristické číslo budovy B pro uvedená podlaží						
23	24	26	28	29	32	36
19	20	22	24	25	28	32
15	16	18	20	21	24	28
11	12	14	16	17	20	24
7	8	10	12	13	16	20

krajina normální B = 16  
krajina s intenzívními větry B = 20

Tab. 3. Infiltrace v budovách o výšce nad 25 m

Charakteristické číslo		Budovy		7		8				
		B =	M =	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0	
Druh oken nebo dveří		Součinitel provdzdušnosti $\epsilon$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> .Pa <sup>0,67</sup> ]		Horní řádek: A [W . m <sup>-1</sup> . K <sup>-1</sup> ] Dolní řádek: V <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> . m <sup>-1</sup> . h <sup>-1</sup> ]						
Okna, balkonové dveře	Dřevěná nebo z plast. hmot	jednoduchá	1,9 . 10 <sup>-4</sup>	0,6916 1,92	1,2103 3,35	1,7290 4,79	0,7904 2,19	1,3832 3,83	1,9760 5,47	
		zdvojená	1,4 . 10 <sup>-4</sup>	0,5096 1,41	0,8918 2,47	1,2740 3,53	0,5824 1,61	1,0192 2,82	1,4560 4,03	
		dvojitá	1,2 . 10 <sup>-4</sup>	0,4368 1,21	0,7644 2,12	1,0920 3,02	0,4992 1,38	0,8736 2,42	1,2480 3,46	
	Kovová	Nor- mální těsnost	jednoduchá a zdvojená	2,4 . 10 <sup>-4</sup>	0,8736 2,42	1,5288 4,23	2,1840 6,05	0,9984 2,76	1,7472 4,84	2,4960 6,91
			dvojitá	2,1 . 10 <sup>-4</sup>	0,7644 2,12	1,3377 3,70	1,9110 5,29	0,8736 2,42	1,5288 4,23	2,1840 6,05
		Velmi dobrá těsnost	0,9 . 10 <sup>-4</sup>	0,3276 0,91	0,5733 1,59	0,8190 2,27	0,3744 1,04	0,6552 1,81	0,9360 2,59	
Venkovní dveře — domovní	netěsněné	dvojitá	0,7 . 10 <sup>-4</sup>	0,2548 0,71	0,4459 1,23	0,6370 1,76	0,2912 0,81	0,5096 1,41	0,7280 2,02	
		těsněné	3,6 . 10 <sup>-4</sup>	1,3104 3,63	2,2932 6,35	3,2760 9,07	1,4976 4,15	2,6208 7,26	3,7440 10,37	
		těsněné	1,9 . 10 <sup>-4</sup>	0,6916 1,92	1,2103 3,35	1,7290 4,79	0,7904 2,19	1,3832 3,83	1,9760 5,47	

Pokračování tab. 3

Charakteristické číslo	Budovy		B =		9		10		11			
	Místnosti		M =		0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0		
Druh oken nebo dveří	Dřevěná nebo z plast. hmot	jednoduchá	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	0,8892 2,46	1,5561 4,31	2,2230 6,16	0,9580 2,74	1,7290 4,79	2,4700 6,84	1,0868 3,01	1,9019 5,27	2,7170 7,52
		zdvojená	1,4 · 10 <sup>-4</sup>	0,6552 1,81	1,1466 3,18	1,6380 4,54	0,7280 2,02	1,2740 3,53	1,8200 5,04	0,8008 2,22	1,4014 3,88	2,0020 5,54
		dvojitá	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	0,5616 1,56	0,9828 2,72	1,4040 3,89	0,6240 1,73	1,0920 3,02	1,5600 4,32	0,6864 1,90	1,2012 3,33	1,7160 4,75
		jednoduchá a zdvojená	2,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,1232 3,11	1,9656 5,44	2,8080 7,78	1,2480 3,46	2,1840 6,05	3,1200 8,64	1,3728 3,80	2,4024 6,65	3,4320 9,50
			2,1 · 10 <sup>-4</sup>	0,9828 2,72	1,7199 4,76	2,4570 6,80	1,0920 3,02	1,9110 5,29	2,7300 7,56	1,2012 3,33	2,1021 5,82	3,0030 8,32
		Kovová	jednoduchá a zdvojená	0,9 · 10 <sup>-4</sup>	0,4212 1,17	0,7371 2,04	1,0530 2,92	0,4680 1,30	0,8190 2,27	1,1170 3,24	0,5148 1,43	0,9009 2,49
	0,7 · 10 <sup>-4</sup>			0,3276 0,91	0,5733 1,59	0,8190 2,27	0,3640 1,01	0,6370 1,76	0,9100 2,52	0,4004 1,11	0,7007 1,94	1,0010 2,77
	Venkovní dveře — domovní	netěsněné	3,6 · 10 <sup>-4</sup>	1,6848 4,67	2,9484 8,16	4,2120 11,66	1,8720 5,18	3,2760 9,07	4,6800 12,96	2,0592 5,70	3,6036 9,98	5,1480 14,26
			1,9 · 10 <sup>-4</sup>	0,8892 2,46	1,5561 4,31	2,2230 6,16	0,9880 2,74	1,7290 4,79	2,4700 6,84	1,0808 3,01	1,9019 5,27	2,7170 7,52

Charakteristické číslo		Budovy		12		13		14					
		B =	M =	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0	
Druh oken nebo dveří		Součinitel provdzdušnosti $\epsilon$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> · Pa <sup>0,5</sup> ]		Horní rádek: A [W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ] Dolní rádek: V <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> · m <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> ]									
		jednoduchá		1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,1856	2,0748	2,9640	1,2844	2,2477	3,2110	1,3832	2,4206	3,4580
Dřevěná nebo z plast. hmot		zdvojená		1,4 · 10 <sup>-4</sup>	0,8736	1,5288	2,1840	0,9464	1,6562	2,3660	1,0192	1,7836	2,5480
		dvojitá		1,2 · 10 <sup>-4</sup>	0,7488	1,3104	1,8720	0,8112	1,4196	2,0280	0,8736	1,5288	2,1840
Okna, balkonové dveře		jednoduchá a zdvojená		2,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,4976	2,6208	3,7440	1,6224	2,8392	4,0560	1,7472	3,0576	4,3680
		dvojitá		2,1 · 10 <sup>-4</sup>	1,3104	2,2932	3,2760	1,4196	2,4843	3,5490	1,5288	2,6754	3,8220
Kovová		jednoduchá a zdvojená		0,9 · 10 <sup>-4</sup>	0,5616	0,9828	1,4040	0,6084	1,0647	1,5210	0,6552	1,1466	1,6380
		dvojitá		0,7 · 10 <sup>-4</sup>	0,4368	0,7644	1,0920	0,4732	0,8281	1,1830	0,5096	0,8918	1,2740
Venkovní dveře — domovní		netěsněné		3,6 · 10 <sup>-4</sup>	2,2464	3,9312	5,6160	2,4336	4,2588	6,0840	2,6208	4,5864	6,5520
		těsněné		1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,1856	2,0748	2,9640	1,2844	2,2477	3,2110	1,3832	2,4206	3,4580

Pokračování tab. 3.

Charakteristické číslo		Budovy		B =		15		16	
		Místnosti		M =		0,4 0,7 1,0		0,4 0,7 1,0	
Druh oken nebo dveří		Součinitel provzdušnosti $\zeta$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> m <sup>3</sup> · Pa <sup>0,67</sup> ]		Horní řádek: A [W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ] Dolní řádek: V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> · m <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> ]					
Okna, balkonové dveře	Dřevěná nebo z plast. hmot	jednoduchá	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,4820 4,10	2,5935 7,18	3,7050 10,26	1,5808 4,38	2,7664 7,66	3,9520 10,94
		zdvojená	1,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,0920 3,02	1,9110 5,29	2,7300 7,56	1,1348 3,23	2,0384 5,64	2,9120 8,06
		dvojitá	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	0,9360 2,59	1,6380 4,54	2,3400 6,48	0,9984 2,76	1,7472 4,84	2,4960 6,91
	Kovová	jednoduchá a zdvojená	2,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,8720 5,18	3,2760 9,07	4,6800 12,96	1,9968 5,53	3,4944 9,68	4,9920 13,82
		dvojitá	2,1 · 10 <sup>-4</sup>	1,6380 4,54	2,8665 7,94	4,0950 11,34	1,7472 4,84	3,0676 8,47	4,3680 12,10
		jednoduchá a zdvojená	0,9 · 10 <sup>-4</sup>	0,7020 1,94	1,2285 3,40	1,7550 4,86	0,7488 2,07	1,3104 3,63	1,8720 5,18
Venkovní dveře — domovní	dvojitá	0,7 · 10 <sup>-4</sup>	0,5460 1,51	0,9555 2,65	1,3650 3,78	0,5824 1,61	1,0192 2,82	1,4560 4,03	
	netěsněné	3,6 · 10 <sup>-4</sup>	2,8080 7,78	4,9140 13,61	7,0200 19,44	2,9952 8,29	5,2416 14,52	7,4880 20,74	
	těsněné	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,4820 4,10	2,5935 7,18	3,7050 10,26	1,5808 4,38	2,7664 7,66	3,9520 10,94	

Pokračování tab. 3.

Charakteristické číslo		Budovy		B =		17		18		19			
		Místnosti		M =		0,4 0,7 1,0		0,4 0,7 1,0		0,4 0,7 1,0			
Druh oken nebo dveří		Součinitel provdzdušnosti $\dot{\epsilon}$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> · Pa <sup>0,67</sup> ]		Horní řádek: A [W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ] Dolní řádek: V <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> · m <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> ]									
		Okna, balkonové dveře	Dřevěná nebo z plast. hmot	jednoduchá	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,6796 4,65	2,9393 8,14	4,1990 11,63	1,7784 4,92	3,1122 8,62	4,4460 12,31	1,8772 5,20	3,2851 9,10
zdvojená	1,4 · 10 <sup>-4</sup>			1,2376 3,43	2,1658 6,00	3,0940 8,57	1,3104 3,63	2,2932 6,35	3,2760 9,07	1,3832 3,83	2,4206 6,70	3,4580 9,58	
Kovová	dvojitá		1,2 · 10 <sup>-4</sup>	1,0608 2,94	1,8564 5,14	2,6520 7,34	1,1232 3,11	1,9656 5,44	2,8080 7,78	1,1856 3,28	2,0748 5,75	2,9640 8,21	
	jednoduchá a zdvojená		2,4 · 10 <sup>-4</sup>	2,1216 5,88	3,7128 10,28	5,3040 14,69	2,2404 6,22	3,9312 10,89	5,6160 15,55	2,3712 6,57	4,1496 11,49	5,9280 16,42	
Velmi dobrá těsnost	dvojitá		2,1 · 10 <sup>-4</sup>	1,8564 5,14	3,2487 9,00	4,6410 12,85	1,9656 5,44	3,4398 9,53	4,9140 13,61	2,0748 5,75	3,6309 10,05	5,1870 14,36	
	jednoduchá a zdvojená		0,9 · 10 <sup>-4</sup>	0,7956 2,20	1,3923 3,86	1,9390 5,51	0,8424 2,33	1,4742 4,08	2,1060 5,83	0,8892 2,46	1,5561 4,31	2,2230 6,16	
Venkovní dveře — domovní	netěsněné		dvojitá	0,7 · 10 <sup>-4</sup>	0,6188 1,71	1,0829 3,00	1,5470 4,28	0,6552 1,81	1,1466 3,18	1,6380 4,54	0,6916 1,92	1,2103 3,35	1,7290 4,79
			netěsněné	3,6 · 10 <sup>-4</sup>	3,1824 8,81	5,5692 15,42	7,9560 22,03	3,3696 9,33	5,8968 16,33	8,4240 23,33	3,5568 9,85	6,2244 17,24	8,8920 24,62
	těsněné		těsněné	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,6796 4,65	2,9393 8,14	4,1990 11,63	1,7784 4,92	3,1122 8,62	4,4460 12,31	1,8772 5,20	3,2851 9,10	4,6930 13,00
				1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,6796 4,65	2,9393 8,14	4,1990 11,63	1,7784 4,92	3,1122 8,62	4,4460 12,31	1,8772 5,20	3,2851 9,10	4,6930 13,00

Pokračování tab. 3.

Charakteristické číslo		Budovy		20		21		22	
		B =	M =	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0
Druh oken nebo dveří		Soutímitel provzdušnosti $i$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> ·Pa <sup>0,67</sup> ]		Horní řádek: $A$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ] Dolní řádek: $V_1$ [m <sup>3</sup> ·m <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> ]					
Okna, balkonové dveře	Dřevěná nebo z plast. hmot	jednoduchá	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,9760 3,4580 4,9400 5,47 9,58 13,68	2,0748 3,6309 5,1870 5,75 10,05 14,36	2,1736 3,8038 5,4340 6,02 10,53 15,05			
		zdvojená	1,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,4560 2,5480 3,6400 4,03 7,06 10,08	1,5288 2,6754 3,8220 4,23 7,41 10,58	1,6016 2,8028 4,0040 4,44 7,76 11,09			
	dvojitá	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	1,2480 2,1840 3,1200 3,46 6,05 8,64	1,3104 2,2932 3,2760 3,63 6,35 9,07	1,3728 3,4024 3,4320 3,80 6,65 9,50				
	jednoduchá a zdvojená	2,4 · 10 <sup>-4</sup>	2,4960 4,3680 6,2400 6,91 12,10 17,28	2,6208 4,5864 6,5520 7,26 12,70 18,14	2,7456 4,8048 6,8640 7,60 13,31 19,01				
Kovová	Nor- mální těsnost	dvojitá	2,1 · 10 <sup>-4</sup>	2,1840 3,8220 5,4600 6,05 10,58 15,12	2,2932 4,0131 5,7330 6,35 11,11 15,88	2,4024 4,2042 6,0060 6,65 11,64 16,63			
		jednoduchá a zdvojená	0,9 · 10 <sup>-4</sup>	0,9360 1,6380 2,3400 2,59 4,54 6,48	0,9828 1,7199 2,4570 2,72 4,76 6,80	1,0296 1,8018 2,5740 2,85 4,99 7,13			
Venkovní dveře — domovní	Velmi dobrá těsnost	dvojitá	0,7 · 10 <sup>-4</sup>	0,7280 1,2740 1,8200 2,02 3,53 5,04	0,7644 1,3377 1,9110 2,12 3,70 5,29	0,8008 1,4014 2,0020 2,22 3,88 5,54			
		netěsněná	3,6 · 10 <sup>-4</sup>	3,7440 6,5520 9,3600 10,37 18,14 25,92	3,9312 6,8796 9,8280 10,89 19,05 27,22	4,1184 7,2072 10,2960 11,40 19,96 28,51			
		těsněná	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,9760 3,4580 4,9400 5,47 9,58 13,68	2,0748 3,6309 5,1870 5,75 10,05 14,36	2,1736 3,8038 5,4340 6,02 10,53 15,05			

Pokračování tab. 3.

Charakteristické číslo	Budovy		B =		23		24			
	Místnosti	M =	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0		
Druh oken nebo dveří		Součinitel průvzdušnosti $k$ $[m^3 \cdot s^{-1} / m \cdot Pa \cdot ^\circ C]$ Horní řadek: A $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ Dolní řadek: V <sub>1</sub> $[m^3 \cdot m^{-1} \cdot h^{-1}]$								
Okna, balkonové dveře	Dřevěná nebo z plast. hmot	jednoduchá	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	2,2724 6,29	3,9767 11,01	5,6810 15,73	2,3712 6,57	4,1496 11,49	5,9280 16,42	
		zdvojená	1,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,6744 4,64	2,9302 8,11	4,1860 11,59	1,7472 4,84	3,0576 8,47	4,3680 12,10	
		dvojitá	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	1,4352 3,97	2,5116 6,96	3,5880 9,94	1,4976 4,15	2,6208 7,26	3,7440 10,37	
	Kovové	Nor- mální těsnost	jednoduchá a zdvojená	2,4 · 10 <sup>-4</sup>	2,3704 7,95	5,0232 13,91	7,1760 19,87	2,9952 8,29	5,2416 14,52	7,4880 20,74
			dvojitá	2,1 · 10 <sup>-4</sup>	2,5116 6,96	4,3953 12,17	6,2790 17,39	2,6208 7,26	4,5864 12,70	6,5520 18,14
		Velmi dobrá těsnost	jednoduchá a zdvojená	0,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,0764 2,98	1,8837 5,22	2,6910 7,45	1,1232 3,11	1,9656 5,44	2,8080 7,78
Venkovní dveře — domovní	těsněná	dvojitá	0,7 · 10 <sup>-4</sup>	0,8372 2,32	1,4651 4,06	2,0930 5,80	0,8736 2,42	1,5288 4,23	2,1840 6,05	
		netěsněná	3,6 · 10 <sup>-4</sup>	4,3056 11,92	7,5348 20,87	10,7640 29,81	4,4928 12,44	7,8624 21,77	11,2320 31,10	
		těsněná	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	2,2724 6,29	3,9767 11,01	5,6810 15,73	2,3712 6,57	4,1496 11,49	5,9280 16,42	



Pokračování tab. 3.

Charakteristické číslo		Budovy	B =	25		26		28					
		Místnosti	M =	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0				
Druh oken nebo dveří		Horní rádek: A [W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ] Dolní rádek: V <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> · m <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> ]											
		Součinitel provzdušnosti $\epsilon$ [m <sup>3</sup> · m <sup>-1</sup> · Pa <sup>0,97</sup> ]											
Okna, balkonové dveře	Dřevěná nebo z plast. hmot	jednoduchá	1,9 · 10 <sup>-4</sup>	2,4700 6,84	4,3225 11,97	6,1750 17,10	2,5688 7,11	4,4954 12,45	6,4220 17,78	2,7664 7,66	4,8412 13,41	6,9160 19,15	
		zdvojená	1,4 · 10 <sup>-4</sup>	1,8200 5,04	3,1850 8,82	4,5500 12,60	1,8928 5,24	3,3124 9,17	4,7320 13,10	2,0384 5,64	3,5672 9,88	5,0960 14,11	
		dvojitá	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	1,5600 4,32	2,7300 7,56	3,9000 10,80	1,6224 4,49	2,8392 7,86	4,0560 11,23	1,7472 4,84	3,0576 8,47	4,3680 12,10	
	Kovová	Nor- mální těsnost	jednoduchá a zdvojená	2,4 · 10 <sup>-4</sup>	3,1200 8,64	5,4600 15,12	7,8000 21,60	3,2448 8,99	5,6784 15,72	8,1120 22,46	3,4944 9,68	6,1152 16,93	8,7360 24,19
			dvojitá	2,1 · 10 <sup>-4</sup>	2,7300 7,56	4,7775 13,23	6,8250 18,90	2,8392 7,86	4,9686 13,76	7,0980 19,66	3,0576 8,47	5,3508 14,82	7,6440 21,17
		Velmi dobrá těsnost	0,9 · 10 <sup>-4</sup>	1,1700 3,24	2,0475 5,67	2,9250 8,10	1,2168 3,37	2,1294 5,90	3,0420 8,42	1,3104 3,63	2,2932 6,35	3,2760 9,07	
Venkovní dveře — domovní	dvojitá	0,7 · 10 <sup>-4</sup>	0,9100 2,52	1,5925 4,41	2,2750 6,30	0,9464 2,62	1,6562 4,59	2,3660 6,55	1,0192 2,82	1,7836 4,94	2,5480 7,06		
		3,6 · 10 <sup>-4</sup>	4,6800 12,96	8,1900 22,68	11,7000 32,40	4,8672 13,48	8,5176 23,59	12,1680 33,70	5,2416 14,52	9,1728 25,40	13,1040 36,29		
		1,9 · 10 <sup>-4</sup>	2,4700 6,84	4,3225 11,97	6,1750 17,10	2,5688 7,11	4,4954 12,45	6,4220 17,78	2,7664 7,66	4,8412 13,41	6,9160 19,15		



## INFILTRACE VZDUCHU U BUDOV

Ing. Leopold Kubíček

V současné době neexistuje jednotný postup výpočtu infiltrace vzduchu u budov. Obtíž tkví ve velké různosti typů, konstrukcí, kvality, tvarů a umístění budov, jakož i systému vytápění. Jiné nepříznivé hledisko je ta okolnost, že infiltrace vlivem větru, komínového efektu a nuceného větrání mají, jak se zdá, stejnou důležitost. Těmito úvahami je motivován článek *J. E. Petersona: Estimating Air Infiltration Into Houses: An Analytical Approach* (Určení infiltrace vzduchu u budov: analytický přístup) v časopise ASHRAE Journal č. 1/1979, jehož podstatnou část předkládáme.

Studie při nuceném vyvolání rozdílu tlaků u šesti domů různých konstrukcí ukázaly, že okna a dvěře představují od 15 do 24 % celkových netěsností u budov. Vzhledem k tomu, že větší procento netěsností je takového druhu, že je nelze ani přesně situovat ani odhadnout jejich velikost, není možné použít metodu vycházející z běžných spár při požadavku přijatelné přesnosti. V posledních letech bylo použito s úspěchem metod za použití plynů značkových radioaktivními prvky, aby se zjistila skutečná infiltrace za běžných podmínek. Jako konečný výsledek tohoto druhu analýzy jsou hodnoty celkové infiltrace v násobcích výměny vzduchu za hodinu.

Vzhledem k velkému počtu ovlivňujících veličin vycházejí výsledky měření velmi různorodé. Přesto tyto výsledky tvoří určitý souhrn, z něhož lze učinit alespoň nějaké závěry. Čtyři výzkumné skupiny analyzovaly podmínky v 15 obytných domech různého stylu a věku. Všeobecně se zjistilo, že při venkovních teplotách mezi  $-18$  a  $0^{\circ}\text{C}$  a při vnitřních teplotách od  $21$  do  $24^{\circ}\text{C}$ , při běžných rychlostech větru, tj. od  $0$  do  $25$  km/h, ať při plynovém, nebo elektrickém vytápění, když nebyla v chodu žádná zařízení s odsávacím ventilátorem (jako např. odsavač kuchyňských výparů) výměny za hodinu se pohybovaly od  $0,22$  do  $0,99$ . Jestliže byly vyloučeny nejvíce a nejméně utěsněné domy, zbývající data pro třináct domů se pohybovala v rozmezí od  $0,37$  až  $0,86$  výměn vzduchu za hodinu.

Určit hodnoty podílů jednotlivých veličin je obtížné. Pro komínový efekt se nejčastěji uvádí vzorec

$$I = B \cdot \Delta t$$

kde  $I$  = intenzita výměny vzduchu v počtu výměn za hodinu,

$\Delta t$  = rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou  $K$ ,

$B$  = konstanta získaná na podkladě pokusů.

Podle různých autorů se hodnota  $B$  pohybuje od  $0,008$  do  $0,0295$ . V poslední době podrobný výzkum na 9 domech na základě velkého množství získaných dat ukázal, že u 5 domů se hodnoty  $B$  pohybovaly od  $0,011$  do  $0,022$ , přičemž ze zbývajících dva domy vykazovaly hodnoty pod  $0,011$  a dva přes  $0,022$ . Čím nižší je hodnota  $B$ , tím těsnější je konstrukce domu.

Někteří autoři uvádějí pro výpočet komínového efektu vzorec

$$I = B_1 \sqrt{\Delta t}$$

Protože rozdíl mezi tlakem vně a uvnitř budovy vlivem komínového efektu  $\Delta p_k$  je lineární funkcí  $\Delta t$  a infiltrace (množství) vzduchu  $V$  je dána rovnicí

$$V = \text{konst } \Delta p_k^n$$

kde hodnota  $n = 0,66$  je často používána pro netěsnosti u budov, potom správný vztah pro komínový efekt by měl být

$$I = B_2 \Delta t^{0,66}$$

Současný stav znalostí však zatím nepotvrzuje úplnou správnost této rovnice a zdá se, že ve většině případů lépe vyhoví již zmíněný vztah  $I = B \Delta t$ .

Hledat, které proměnné veličiny ovlivňují hodnotu  $B$  a jak, rozbořením hodnot získaných pokusy je velmi těžké. Bylo např. sledováno, že u dvou, zcela si podobných domů, se naměřené hodnoty  $B$  lišily o 100 %. Důvodem k tomu bylo zřejmě větší vertikální rozložení netěsností u jednoho z nich. Jedna studie poznamenává, že u dvoupodlažních domů jsou hodnoty  $B$  větší než u jednopodlažních.

Většina autorů uvádí pro infilraci vlivem větru o rychlosti v (m/s) vztah

$$I = D \cdot v,$$

kde hodnota  $D$  se pohybuje u různých autorů od  $0,038$  do  $0,067$ . Při statistické analýze výše zmíněných devíti domů se ukázalo, že tři domy vykazovaly hodnoty  $D$  mezi  $0,033$  a  $0,066$ , zatím co tři další měly hodnoty  $D$  pod  $0,033$  a u tří zbývajících bylo  $D$  nad  $0,066$ . Někteří autoři používají pro infilraci vlivem náporu větru vztah

$$I = D_1 \cdot v^2$$

Protože tlakový rozdíl mezi vnitřkem a vnějškem budovy je úměrný čtverci rychlosti a je-li

$$V = \text{konst} \cdot \Delta p_k^n$$

pak

$$I = D_2 v^{2n}$$

a jestliže opět  $n = 0,66$ , pak by mělo být

$$I = D_2 v^{1,33}$$

Také v tomto případě platí, že ve většině případů lépe vyhoví vztah  $I = D \cdot v$ .

Výzkum dosud neprokázal přesné vztahy mezi hodnotami  $D$  a důležitými proměnnými, ale přesto bylo získáno několik poznatků. Z hlediska působení větru jsou okna a dvěře, tj. jejich počet a velikost významnější než při komínovém efektu. V mnoha případech však nejsou hlavním zdrojem infiltrace. Pokus např. ukázal, že při kombinovaném komínovém efektu a působení větru došlo asi ke 12% snížení infiltrace, když byly všechny okenní spáry zatěsněny páskou. Je důležitá i plocha návětrné stěny budovy. Jak prokázaly pokusy je hodnota infiltrace alespoň o 30% menší, jestliže vítr proudí podél stěny, než když proudí kolmo na ni. Spáry ve stěnách i provedení konstrukce jsou také velmi důležité. Podle jedné práce bylo zjištěno, že stěny ze sádrového štuku mají 20% propustnosti ve srovnání se zděnými stěnami, hliníkovým obložním nebo osinkovými deskami.

Teoreticky by infiltrace vlivem větru neměla být prostě přičítána k infiltraci vlivem komínového efektu. Správně mohou být sčítány jenom tlakové ztráty, takže celková hodnota infiltrace je pak

$$V_c = \text{konst.} \cdot (\Delta p_v + \Delta p_k)^n$$

Při současném stavu znalosti problematiky je však přijatelné sčítat výměny vlivem větru s výměnami vlivem komínového efektu, takže

$$I_c = A + B \Delta t + D \cdot v$$

Na základě experimentálních výsledků, za pomoci značkových plynů, vychází přibližná hodnota  $A = 0,10$ . Přitom velikost  $A$  resp. jeho existence nebyla dosud uspokojivě vysvětlena.

*Při nuceném vypovídání tlakového rozdílu, převážně vlivem podtlaku ventilátorů odsávacích zařízení, je tento tlakový rozdíl významným činitelem z hlediska infiltrace. V jednom zkoušeném domě např. odsávání ze sprehy vyvolalo 0,47 násobnou výměnu za hodinu a při zapojení odsávání od sporáku u kuchyni stoupla hodnota výměny na 1,1 násobek. Sušička oděvů vyvolala 0,58 násobnou výměnu. Z toho plyne, že pro průměrný obytný dům při výměně vlivem infiltrace v hodnotě 0,5 může při zapnutí dvou odsávacích ventilátorů hodnota výměny vyskočit na 1,5 násobek za hodinu. Tyto výměny platí i pro obytný dům průměrného obsahu (tj. rodinný domek). S narůstající velikostí domu budou hodnoty násobků výměny klesat a naopak.*

*Provoz kotle na tuhá, tekutá či plynná paliva a s ním i účinek jeho komína je těžké oddělit od účinků větru a od komínového efektu. Je prokázáno, že velké procento exfiltrace odchází komínem, je-li vytápění v činnosti. To samozřejmě zvedne neutrální rovinu vnitřního tlaku a tím zvýší počet spár vystavených rozdílu tlaků příznivých pro infiltrační. Velikost výměny vzduchu způsobená vytápěním kotle se různí vzhledem k jeho velikosti v poměru k objemu budovy. Experimentálně byly zjištěny hodnoty této výměny za provozu kotle v rozmezí 0,19 až 0,4 násobek*

za hodinu. Pro bezprostřední provoz topeniště za chladných dnů se zdá reálnou polovina uvedených hodnot. Srovnání dvou podobných objektů, jednoho s elektrickým vytápěním a druhého vytápěného plynovým kotlem ukázalo, že hodnoty infiltrace ve druhém případě byly asi o 50% vyšší. Jiný autor při podobném měření došel k hodnotě pouze o 12% vyšší infiltrace u plynem vytápěného domu oproti elektricky vytápěnému.

Vzhledem k velkému rozptylu získaných dat je důležité zhodnotit mnoho proměnných veličin, za nichž byla data shromažďována. Především jde o oblast severovýchodu a středozápadu USA a Kanady. Také nelze uveřejněné výsledky aplikovat na objekty neobvyklé konstrukce nebo za použití neobvyklých materiálů.

Vzhledem k charakteru postupu při testování značkováním plynem je pro výpočet množství vzduchu vyměňovaného infiltrací třeba zvít do úvahy celý obestavěný prostor domu  $V_d$  [m<sup>3</sup>], takže

$$V = I \cdot V_d \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

Připomeňme si znovu, že hodnoty infiltrace byly získány na základě měření provedených v zimě, u domů vytápěných plynem nebo elektricky, kdy nebylo v provozu žádné vytápěcí zařízení, kdy venkovní teploty se pohybovaly mezi  $-18^\circ\text{C}$  a  $0^\circ\text{C}$  a vnitřní teploty od  $21^\circ\text{C}$  do  $24^\circ\text{C}$ , při rychlosti větru 0 až 25 km/h. Jak bylo již uvedeno, násobek výměny vzduchu za hodinu u těsné konstrukce domu se pak pohybuje od 0,37 až do 0,86 u nezatěsněné konstrukce domu. Za těsný dům lze považovat nový dům, kde byla při výstavbě věnována pozornost zatěsnění všech spár nebo starší dům, kde byla pečlivě opravena jeho fasáda a všechna okna a dvěře utěsněny. Za netěsný dům lze považovat nový dům, kde nebylo vynaloženo úsilí k dosažení těsnosti nebo starší dům, který má trhliny a kde okna a dvěře vykazují běžné opotřebení a tedy spáry po obvodě. Na základě předchozího je tedy celková intenzita výměny vzduchu vlivem infiltrace

$$I = 0,1 + B \Delta t + Dv$$

kde  $B = 0,011$  až  $0,022$  a  $D = 0,033$  až  $0,066$ , přičemž nižší hodnoty platí pro domy těsné konstrukce, vyšší hodnoty pro domy nezatěsněné.

U domů vytápěných tuhými, kapalnými nebo plynými palivy se doporučuje zvýšit výslednou hodnotu  $I$  ještě o 0,1 až 0,2. Pro nedostatečně izolované domy nebo pro velmi chladné podmínky nutno hodnotu výměny zvýšit ještě více.

#### Příklad

Určit infiltrační vzduchu pro rodinný domek s vytápěním olejem o obestavěném prostoru 500 m<sup>3</sup>. Domek je nový a je předpoklad jeho kvalitního a tedy těsného provedení. Zimní výpočtová teplota pro danou oblast je  $-12^\circ\text{C}$  a nejběžnější rychlost větru v zimním období je 5 m/s.

Pak intenzita výměny za hodinu

$$I = 0,1 + 0,011 \cdot 32 + 0,033 \cdot 5 = 0,617$$

a vyměňované množství vzduchu  $0,617 \cdot 500 = 308 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Vytápěcí kotel ovšem zvýší množství vyměňovaného vzduchu v chladném období. Zvýšení odhadneme na 0,15 násobek výměny

a tedy  $0,15 \cdot 500 = 75 \text{ m}^3/\text{h}$ , takže celkové množství vyměňovaného vzduchu infiltrací při nejnižších venkovních teplotách bude asi  $383 \text{ m}^3/\text{h}$ . S přibývajícím stářím bude ovšem těsnost domu klesat a proto z hlediska dlouhodobějšího výhledu bylo by vhodné s touto okolností při návrhu vytápění počítat.

## KOMBINOVANÁ OCHRANA HLAVY A DÝCHADEL

Ivan Berka

Oborové informační středisko pro bezpečnost práce VÚBP vydalo v roce 1971 publikaci Ing. L. Popka: Ochrana dýchadel, která poskytuje ucelený přehled o ochranných přístrojích filtračních a přístrojích izolačních na počátku 70. let.

Často velmi nákladná vzduchotechnika nezaručuje na některých pracovištích s nezbytnou osobní obsluhou strojů a zařízení nebo při pracích, při kterých vznikají toxické plyny a páry či aerosoly s fibroplastickým, mechanicky dráždivým, alergenním a leptavým účinkem dodržování nejvyšších přípustných koncentrací. V tom případě a pro případy havarijní, protipožární a záchranné akce v dolech, průmyslových závodech, dopravě a zemědělství je nezbytná speciální výstroj s účinnou ochranou dýchadel.

Vývoj těchto přístrojů a pomůcek zasáhla inovace, která se projevila dvěma podstatnými rysy: dizajn obličejové masky doznal vyššího estetického účinku vytvořením tzv. panora-

matického průzorníku s všesměrovým výhledem — a pro speciální účely bylo vyvinuto několik variant protiaerosolové ochranné přilby s nuceným přívodem filtrovaného vzduchu. Zejména tato přilba vyvolala zasloužený rozruch a pozornost.

Konstrukce celohlavové přilby s účinnou ochranou dýchadel byla cílem několika výrobců. Tři varianty lze již běžně používat v provozních podmínkách; vyrábějí se sériově. Podrobnosti o práci na vývoji prototypu přilby k ochraně hlavy v kombinaci s účinnou ochranou dýchadel publikovali G. Riediger a W. Coenen ze Staubforschungsinstytutu Bonn v odborném časopisu Staub 37 (1977), č. 10.

Přilby zaručují ochranu hlavy proti mechanickému nárazu, obličejová partie je překryta průhledným, tvarovaným štítem s panoramatickým výhledem. Všechny výrobky lze doplnit dalšími bezpečnostní technickými prvky k funkci ochraně očí a sluchu a u všech je do dýchací zóny zajištěn nucený přívod filtrovaného vzduchu.

Základní údaje jsou sestaveny v tabulce:

Přístroj	Objemový průtok vzduchu	Doba vybití baterie	Hmotnost	Poznámka
Airstream Racal Anglie	12 m <sup>3</sup> /h	10 h	1,5 kg, hlavová část 1 kg	ventil s filtrem v přilbě
General Purpose Helmet 3 M	10 m <sup>3</sup> /h	4 h min	8,4 kg, hlavová část 1,7 kg	možnost zapojení na síť
Ochranná dýchací přilba SFI Bonn	4 m <sup>3</sup> /h	7—8 h	3,1 kg, hlavová část 0,9 kg	elektron. regulace, světelná kontrola, ventil
Helmet Protector G. L. B.	9 m <sup>3</sup> /h	8 h	3,1 kg	celohlavová přilba spočívá na ramennou

Při této kombinaci ochrany hlavy a dýchadel v uvedeném uspořádání odpadá přímý kontakt „masky“ s pokožkou, proudění vzduchu pod přilbou je příjemné a i při fyzicky namáhavější práci se nemění klimatické podmínky pod hledím. Dorozumívání řečí je mno-

hem lepší než u standardních obličejových masek proti toxickým plynům a parám.

U Airstream přilby je ventilátor a filtr vzduchu zabudován do přilby, baterie se nesou zvlášť. U Helmet Protectoru je filtr a čerpadlo na zádech těsně pod přilbou, baterie na opasku

resp. při práci na traktoru či žacíh stroji je motorek ventilátoru zapojen na akumulátor motoru. U přístroje 3 M a prototypu přílby SFI se jednotka zajišťující přívod vzduchu i s bateriemi nese zvlášť.

U Airstream přílby proudí nuceně filtrovaný vzduch z týlové partie hlavovým obalem přílby do obličejového prostoru a přebytek spolu s vydechovaným vzduchem vytéká hledím pod bradou.

U přílby 3 M přebytek vzduchu spolu s vydechovaným vzduchem odchází textilní rouškou na krku do okolní atmosféry. U přílby IFS uniká přetlakovým ventilem v partii nosu a úst, aby vydechovaný vzduch obohacený CO<sub>2</sub> se odstranil nejkratší cestou. Tato přílba je na krku neprodyšně uzavřena, takže i při silnějším proudění vzduchu zajišťuje účinnou ochranu dýchadel při vysoké záchytnosti filtru např. pro křemenný prach. Při výskytu toxických plynů a par je ochranná přílba SFI propojena hadicí s příslušným protichemickým filtrem, umístěným na pásku kolem těla, což nijak neomezuje pohyb osoby. Průhledná obličejová část je těsně připojena na přílbu opatřenou širším okrajem.

Tvarově a tedy i vzhledově odlišná je přílba Helmet Protector, připomínající téměř potápěčskou kuklu. Pevný výlisek chrání týl až po bradu a vytváří nad čelem stříšku, na kterou je připojen pohyblivý průhledný panoramatický obličejový kryt. Ochranná přílba s elektromotorkem a filtračním zařízením zajišťuje 100 % účinnost proti jedovatým plynům a parám včetně fosforových insekticid — pesticid — při postřiku v zemědělství. Na přílbu je připevněno gumové okružní, které dosedá na ramena. V týlní části přílby ústí vývod vzduchu. Generátor k čištění vzduchu je vybaven 12 V mikromotorkem s ventilátorem a má účinnost 99,99 % proti prachu. Dále je vybaven filtrem z aktivního uhlí proti organickým parám a fosforovým esterům.

Spojení ochrany hlavy a dýchadel v interpretaci uvedených výrobků představuje nový progresivní prvek a obohacuje sortiment promyšleně koncipovaných osobních ochranných prostředků. Ze zkušeností získaných při používání těchto pomůcek budou vycházet i naši návrháři a zlepšovatelé, neboť tento typ by účelně doplnil sortiment našich osobních pracovních ochranných prostředků.

### ● Sluneční kolektory v popředí zájmu

Švédská firma AGA Heating uvedla na trh nový typ slunečního kolektoru — systém DFP (Dual Flow Path — dvoucestný průtok), patentovaného ve 21 zemích. Kolektor má jen nepatrnou tepelnou jímavost, což znamená, že je schopen využít i krátkodobé sluneční osvětlení v trvání 1 až 2 minut. Teplonosným médiem je zde vzduch, který se v kolektoru rozdělí na dvě části, z nichž větší část probíhá mezi dvěma velkými tenkými hliníkovými deskami vzdálenými od sebe jen 1 mm. Horní deska — perforovaná a potažená pórezní vrstvou eloxovaného hliníku slouží jako absorber se sníženým vyzařováním v oblasti infračerveného záření asi o 10 až 15%. Teplý vzduch se nasává otvory v absorberu, a to větší část většími otvory v jeho obvodové části, zatímco zbytek menšími otvory ve střední, teplejší části. Vzduch se pak shromažďuje ve zmíněném 1 mm prostoru mezi deskami a odtud pak proudí otvorem v tělese kolektoru. Těleso kolektoru je z tvarovaného izolačního materiálu a obsahuje též kanál na vedení vzduchu. Skládá se ze dvou kolektorových článků o ploše 600 × 600 mm, o váze jen 300 g. Stavební modul sestává ze 4 těles kolektorů, neboli z 8 článků, se čtyřmi mezisky a dvěma vnějšími skly. Vzduch, který se v kolektoru ohřeje, přivádí se k výměníku tepla, který pracuje na zcela novém principu a jeho teplo se využije buď k ohřevu teplé užitkové vody nebo se ukládá do akumulací nádrže. Výrobce dodává i akumulací nádrže

různých velikostí. Nový systém, který má široké pole použití je ve zkušebním provozu na třech místech v západním Švédsku.

Západoněmecká firma MET vyvinula nový typ solárního systému ESPELKAMP. Systém obsahuje sluneční kolektory s absorbní rohoží z plastických vláken, která v důsledku svého členitého povrchu má údajně maximální absorpci i při šikmém dopadajících slunečních paprscích. Absorbní rohož, jak uvádí výrobce, je stálá a není jí tedy třeba po čase měnit.

Britská firma MPD Technology dodává na trh černou fólii, která na základě výzkumu zvyšuje výkon slunečních kolektorů ve srovnání s černě natřenými až o 25%. Fólie pod označením MAXORB má údajně pohltivost sluneční energie 0,95 až 0,98 a při 100° C má emisi jen o hodnotě 0,12 ± 0,03. K dalším výborným vlastnostem fólie patří její pevnost v tahu 200 N/mm<sup>2</sup> a odolnost proti vlhkosti nebo kolísajícím teplotám mezi 20° a 200° C. Tyto vlastnosti vykazuje díky tomu, že černá plastická fólie je speciálním procesem přichycena na niklovou fólii. Zatím se vyrábí v šíři 150 mm a ve výhledu je výroba až do 1 m šíře. Fólie je na spodu potažena samolepící vrstvou na silikonové bázi, která odolává vysokým teplotám, vlivům povětrnosti, korozi a houbám. I po dlouhém použití se fólie dá dobře odstranit, aniž by na povrchu kolektoru zanechala zbytky nebo poškozená místa.

**Haustechnik Bauphysik Umwelttechnik 100 (1979), č. 12**

(Gesundheits-Ingenieur)

- Die Dimensionierung von gleichförmigen Abluftkanalnetzen unter Verwendung von Kanaldüsen . 2. Teil: Experimentelle Ergebnisse (Stanovení rozměrů kanálových sítí stejného tvaru pro odpadní vzduch za použití průtokových trysek — 2. díl: Experimentální výsledky) — *Presser K. H.*, 361—370.
- Bauphysikthemen auf dem 9. Intern. Kongress der Beton- und Fertigteile-Industrie (Témata stavební fyziky na 9. mezinárodním kongresu průmyslu vyrábějícího beton a prefabrikáty) — 370—372.
- Brauchen wir Ingenieure für Umwelt- und Hygienetechnik. (Potřebujeme odborníky pro životní prostředí a hygienu) — *Boge P., Redepenning M., Schikorr T.*, 381—383.
- Einsparung von Heizkosten durch zeitweises Abschalten der Heizung (Úspora nákladů na vytápění občasným vypnutím vytápění) — *Luther G.*, 384—386.
- Ist die Gasleitung im Haus noch gebrauchsfähig? (Je plynové potrubí v domě ještě schopné provozu?) — *Maile H.*, příloha.
- Änderungen bei der Energieverbrauchsstruktur (Změny ve struktuře spotřebitelů energie) — příloha.

**Haustechnik Bauphysik Umwelttechnik 101 (1980), č. 1/2**

(Gesundheits-Ingenieur)

- XXI. Internationale Kongress für Technische Gebäudeausrüstung (XXI. mezinárodní kongres: Technické vybavení budov) — 1—3.
- Betriebserfahrungen mit frigoristischen Heizmaschinen (Wärmepumpen) in monovalenten Heizungssystemen (Niedertemperatur-Grossflächenstrahlungsheizung) (Provozní zkušenosti s chladicími-vytápěcími stroji (tepelná čerpadla) v monovalentních vytápěcích systémech (Nizkoteplotní volkoplošné sálavé vytápění)) — *Rennebeck K.*, 3—12.
- Strömungsmechanische Untersuchungen an einem belüfteten Steildach, Teil I (Zjišťování mechaniky proudění u větrané strmé střechy, díl I.) — *Liersch K. W.*, 13—20.
- Energieeinsparung in der Industrie durch Wärmedämmung (Úspora energie v průmyslu tepelnou izolací) — příloha.
- Die Umweltbelastung im Energiebereich (Znečištění životního prostředí v energetické oblasti) — *Porchet J. P.*, 29—32.
- Oberflächeneigenschaften und Identifikation der leicht extrahierbaren Stoffe aus sedimentierten Stäuben in der Umgebung eines Eisenhüttenkombinates (Povrchové vlastnosti a identifikace lehce extrahovatelných látek z usazeného prachu v okolí železářského hutního kombinátu) — *Mašek V.*, 33—35.

**Heating, piping, air conditioning 51 (1979) č. 10**

- How a consulting firm looks at energy management (Pohled poradní firmy na řízení spotřeby energie) — *Wadsworth R. K.*, 49—50.
  - How a contracting firm looks at energy management (Pohled obchodní firmy na řízení spotřeby energie) — *Fenster L. C., Grantier A. J.*, 52—58.
  - How an owner's engineer looks at energy management (Pohled technika na řízení spotřeby energie) — *Govindan T. S.*, 61—66.
  - Evaluating investments in energy management (Hodnocení nákladů na řízení spotřeby energie) — *Ockey V.*, 69—75.
  - Energy conservation with thermostatic control valves (Uchování energie termostatickými regulačními ventily) — *Manian V. S.*, 79—81.
  - The impact of BEPS on the design professions (Dopad prováděcích energetických směrnic pro budovy na profesie, které se zabývají projektováním budov) — *Jones J. W.*, 83—87.
  - Control of annual cycle energy systems (Kontrola energetických systémů s ročním cyklem) — *Speithmann D. H.*, 89—94.
  - Energy conservation with comfort. The Honeywell energy conserver's manual and workbook (Uchování energie při pohodě prostředí. Příručka firmy Honeywell. Příloha) — 69 stran.
  - Proper lubrication supports energy management (Správné mazání snižuje spotřebu elektrické energie) — *Ivanick F. M.*, 171—174.
  - Mile long steam line solves air pollution problems (Míle dlouhý parovod řeší problémy se znečištěním ovzdušší) — 177—179.
  - Energy audits III: components of energy use (Energetická bilance III: složky spotřeby energie) — *Coad W. J.*, 180—181.
  - Nomograph gives excess air in stack gases (Nomogram udává množství přebytečného vzduchu v odpadních plynech) — *Caplan F.*, 183—184.
- Heating, piping, air conditioning 51 (1979), č. 11**
- Backflow prevention — why and how (Ochrana proti znečištění vodovodního řadu zpětným tokem — příčiny znečištění a způsoby ochrany) — *Anderson G. D.*, 61—67.
  - Fire management via building automation (Automatická protipožární zařízení v budovách) — *Pauers W. R.*, 71—77.
  - Meeting the challenge: light wall sprinkler pipe (Tenkostěnné potrubí pro sprinklery) — *Goldberg H. D.*, 81—83.
  - Refrigeration for 1980 Winter Olympics (Chlazení pro zimní OH 1980) — 89—91.
  - Liquid viscosity effects on pumps, control valves (Vliv viskozity kapaliny na čerpadla a regulační ventily) — *Carlson G. F.*, 97—105.

— Energy audits IV: the uses of audits (Energetické bilance IV: využití těchto bilancí) — *Coad W. J.*, 109, 116—117.  
— Nomograph gives air compressor inlet capacity corrections (Nomogram stanoví korekce vstupní kapacity vzduchového kompresoru) — *Sisson W.*, 113—114.

#### Heating, piping, air conditioning 51 (1979), č. 12

— Energy efficiency through ice storage (Dosažení energetické účinnosti zásobníky ledu) — *Stubblefield R. R.*, 43—47.  
— Energy sharing and saving (Sdílení a úspory energie) — 49—52.  
— Hooking up parallel condensers (Problematika paralelních kondenzátorů) — *Ovaska A. A.*, 55—57.  
— VAV systém saves 38% of energy usage (Systém s proměnným průtokem vzduchu šetří 38 % spotřeby energie) — *Kloostra L.*, 61—63.  
— Common sense cuts energy consumption (Společné úsilí o snížení spotřeby energie) — 65—67.  
— A single equation for cogeneration analyses (Jednoduchá rovnice pro kogenerační analýzy) — *Coad W. J.*, 68—69.  
— Nomograph determines properties of air (Nomogram stanoví vlastnosti vzduchu) — *Sisson W.*, 71—72.

#### Heizung Lüftung Haustechnik 30 (1979), č. 12

— Mittlere heiztechnische Kenngrößen von 50 Orten der Bundesrepublik Deutschland für die Einzelmonate der Heizzeit und des Sommers (Průměrné tepelné technické parametry z 50 míst v NSR pro jednotlivé měsíce topného období a léta) — *Jurksch G.*, 463—466.  
— Die Heizenergiebilanz von Fensterverglasungen unter Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung (Výhřevná energetická bilance okenních zasklení s ohledem na sluneční ozáření) — *Müller H.*, 467—472.  
— See- und Meerwasser als Wärmequelle für Wärmepumpenanlagen (Jezerní a mořská voda jako zdroje tepla pro tepelná čerpadla) — 472.  
— Zur thermodynamischen Berechnung des ventilationsgesteuerten Brandes und der natürlichen Querlüftung bei stationären und zeitlich veränderlichen Verhältnissen (K termodynamickému výpočtu požáru s ohledem na mechanické větrání s regulací a přirozené příčné větrání při stacionárních časově proměnných podmínkách) — *Scholz R.*, *Jeschke R.*, *Bechtold R.*, 473—477.  
— Radon in schwedischen Gebäuden (Radon ve švédských budovách) — 477.  
— Berechnung der Strömung in Laufrädern von Radialventilatoren mit turbulent durchströmtem isotropem Haufwerkkring (Výpočet proudění v oběžných kolech radiálních ventilátorů s turbulentně protékáním koutoučem z izotropního materiálu) — *Stolberg F. R.*, 478—482.

— Fernwämetagung Flensburg 1979 (Zasedání o dálkovém rozvodu tepla ve Flensburgu v roce 1979) — *Beck K.*, 483—485.  
— Energieeinsparung durch Stosslüftung? (Energetická úspora větráním nárazově?) — *Hauser G.*, 486—487.  
— Berichte von der 10. IHS in Frankfurt (Zprávy z 10. mezinárodní výstavy vytápění a zdravotně technických instalací ve Frankfurtu) — *Usemann K. W.*, 487—488.

#### Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 47 (1980), č. 1

(Schweizerische Blätter für Heizung, Lüftung, Klima-, Wärme- und Gesundheitstechnik sowie für Rohrleitungsbau)

— Raumheizung und Brauchwasserbereitung: Vergangenheit-Gegenwart-Zukunft (Vytápění prostorů a příprava užitkové vody: Minulost-přítomnost-budoucnost) — *Bachofner W.*, 1—4.  
— Utilisation des polyamines dans le traitement des eaux industrielles (Použití polyaminů při úpravě průmyslových vod) — *Amiguet L.*, *Rossier G.*, 4—6.  
— Temvar, eine energiesparende Sulzer-Klima-Anlage mit variablem Volumenstrom (Temvar — klimatizační zařízení s proměnným průtokem firmy Sulzer šetřící energii) — *Kostrz B.*, 6—10.

#### Die Kälte und Klimatechnik 32 (1979), č. 12

— Nutzung der Gewerbekälte-Abwärme im Supermarkt und im SB-Warenhaus-Betrieb (Využití odpadního tepla z chlazení v tepelném hospodářství obchodního domu a samoobslužného obchodního domu) — *Götz van Riesenbeck*, 658—660, 662, 667—668.  
— Kühlen, Gefrieren und Lagern von Geflügel (Chlazení, zmrazování a skladování drůbeže) — *Ristić M.*, 668, 670, 672, 674.  
— Normklima (Informace o výrobním programu firmy Normklima GmbH & Co KG ve Frankfurtě) — 677—678.  
— Expoclima — Interclima (2. mezinárodní výstava chladicí techniky, klimatizace, větrání a sušení, pořádaná v Paříži 16.—21. listopadu 1979) — 688—690.  
— Die Bundesfachgruppe Kälte-Technik informiert (Západoněmecká odborná skupina pro chladicí techniku informuje) — 691.

#### Luft- und Kältetechnik 15 (1979), č. 4

— Entwicklung der Energiewirtschaft der DDR unter besonderer Berücksichtigung der rotationellen Energieanwendung (Vývoj energetiky v NDR s ohledem na racionální využití energie) — *Ziergiebel H.*, 183—186.  
— Gedanken über die Arbeitsweise in der Mechanikforschung beim Erinnern an Strouhals Entdeckung vor hundert Jahren (Úvahy o způsobu práce v oboru mechaniky s ohledem na Strouhalův objev před sto lety) — *Albring W.*, 187—190.



— Die Aktivitäten des Internationalen Instituts für Kältetechnik (IIF) (Činnosti mezinárodního Ústavu chladicí techniky) — *Anquez M.*, 191—193.

— Primärenergieeinsparung durch Wärmepumpenheizanlagen (Úspora primární energie za použití vytápěcích zařízení s tepelnými čerpadly) — *Heinrich G., Toufar D.*, 193—196.

— Einige Betrachtungen zur Anwendung der Exergie in der Kältetechnik (Několik připomínek k použití exergie v chladicí technice) — *Nowotny S.*, 193—200.

— Hubkolben-Kältemittelverdichter als Gegenstand der Ingenieur Tätigkeit (Pístový kompresor chladiv jako předmět inženýrské činnosti) — *Adolph U.*, 201—204.

— 10 Jahre kryotechnische Forschung an der Sektion Energieumwandlung der Technischen Universität Dresden (10 let kryotechnického výzkumu u sekce přeměny energie při technické universitě v Drážďanech) — *Agsten R.*, 204—209.

— Beitrag zur Modellierung zweidimensionaler isothermer und nichtisothermer turbulenter Strömung in Räumen (Příspěvek k modelování dvourozměrových izotermních a neizotermních turbulentních proudů v místnostech — pokračování) — *Hanel B., Scölz R.*, 209—213.

— Instationäres Kurzzeitverfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Schaumstoff-Isoliermaterialien (Nestacionární krátkodobá metoda na stanovení tepelné vodivosti pěnových izolačních materiálů) — *Schneider M., Rechenberg Ch.*, 214—217.

— Rechnergestützte Optimierung mit Hilfe programmierbarer Tischrechner (Výpočty optimalizace použitím stolních počítačů s programem) — *Krug W., Schönfeld S.*, 217—219.

— Einfluss des Unverbrannten in Flugaschen auf die Funktion der Elektroabscheider (Vliv nespáleného materiálu v polétavých popelích na funkci elektrických odlučovačů prachu) — *Hänssgen T., Birr R., Sokol R.*, 219—221.

— Emissionen aus Feuerverzinkereien (Emise ze zinkoven) — *Malyska G., Müller G. F., Vieweg H.*, 221—224.

— Einfluss der Luftgeschwindigkeit auf das Betriebsverhalten des LiCl-Taupunktfühlers (Vliv rychlosti vzduchu na provozní chování čidla rosného bodu LiCl) — *Voigt J., Fiedler K.*, 224—227.

## Staub Reinhaltung der Luft 39 (1979), č. 12

— Aktueller Stand und zukünftige Aspekte der Messung polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAH) (Současný stav a budoucí aspekty měření polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH)) — *Buck M.*, 439—443.

— Zur Problematik einer Grenzwertfindung für PAH (K problematice zjišťování mezní hodnoty uhlovodíků (PAH)) — *Pott F., Dolgener R.*, 443—452.

— Mögliche Gesundheitsschäden durch Asbest im Bereich der nicht-berufliche Exposition (Možnost poškození zdraví účinkem asbestu

při neprofesionální expozici) — *Sengbusch G., Hannibal-Friedrich O.*, 452—456.

— Thalliumschäden in der Umgebung der Dyckerhoff Zementwerke AG in Lengerich, Westfalen (Škody účinkem thalia v okolí cementáren Dyckerhoff v Lengerichu, Westfálsko) — *Prinz B., Krause G. H. M., Stratzmann H.*, 457—462.

— Ein beschränktes sequentielles Testverfahren zur Beurteilung von Schadstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz (Omezená sekvenční zkušební metoda k posouzení koncentrací škodlivin na pracovišti) — *Galbas H. G.*, 463—467.

— Anwendung von Kaskadenimpaktoren bei der Untersuchung von Staubabscheidern im Umweltbundesamt (Použití kaskádových impaktorů při zkoušení odlučovačů prachu ve Spolkovém úřadě pro ochranu životního prostředí) — *Güther G.*, 468.

— Zum Einsatz verschiedener Methoden der Korngrößenanalyse bei der Untersuchung von Staubabscheidern (K použití různých metod granulometrické analýzy při zkoušení odlučovačů prachu) — *Lange M.*, 468—469.

— Korngrössenmessung bei Forschungsvorhaben zur Staubabscheidung (Měření velikostí zrnění v rámci výzkumu odlučování prachu) — *Güther G.*, 470.

— Fehleranalyse für Emissionsmessungen mit Kaskadenimpaktoren (Analýza chyb pro měření emisí kaskádovými impaktory) — *Fissan H., Franzen H., Bartz H.*, 471—472.

— Erfahrungen bei der Untersuchung der im Anderson-Emissionsimpaktor abgeschiedenen Stäube auf ihren Schwermetallgehalt (Zkušenosti při zjišťování obsahu těžkého kovu v prachu, odloučeném Andersenovým emisním impaktorem) — *Greller W., Schneyer P.*, 472—473.

— Vergleichende Untersuchungen über das Betriebsverhalten von Impaktoren (Srovnávací šetření o provozním chování impaktorů) — *Wiedemann R.*, 473—474.

— Erste Betriebserfahrungen über den Einsatz von Impaktoren in Grosskraftwerken (První provozní zkušenosti o použití impaktorů ve velkých elektrárnách) — *Jockel W., Geipel W.*, 474—475.

— Untersuchungen der Korngrößenverteilung des Rauchgasstaubes von Kraftwerken mit Kaskadenimpaktorem (Zjišťování rozdělení zrnění prachu kouřových plynů z elektráren kaskádovými impaktory podle velikosti) — *Laskeus L.*, 476—477.

— Erfahrungen beim praktischen Einsatz eines Andersen-Kaskadenimpaktors im Abgas verschiedener Industrieanlagen (Poznatky při praktickém použití Andersenova kaskádového impaktoru v odpadním plynu různých průmyslových zařízení) — *Lütke K., Muhr W.*, 477—478.

— Messung des Fraktionsabscheidegrads von Elektroabscheidern mit einem Kaskadenimpaktor (Měření frakční odlučivosti elektrických odlučovačů kaskádovým impaktorem) — *Gross H.*, 478—479.

— Betriebserfahrungen mit einem Andersen Mark III-Kaskadenimpaktor zur Ermittlung des Fraktionsabscheidegrades hinter Nasswä-

schern (Provozní zkušenosti s Andersenovým kaskádovým impaktorem, označení III, ke zjištění frakční odlučivosti za mokrymi odlučovací prachu) — *Sporenberg F., Weber E.*, 479—480.

— Anreicherung von Schadstoffen im Umkreis von Industrieanlagen (Obohaceni škodlivin v okruhu průmyslových zařízení) — *Ludwig H.*, 481—483.

#### Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1979), č. 12

— Minimum raschoda topliva pri normal'nom teplosnabženii potrebitel'ej (Minimální spotřeba paliva při normálním zásobování spotřebitelů teplem) — *Gromov N. K.*, 4—7.

— Analiz avarij sistem otopenija v Moskve (Analýza havárií vytápěcích systémů v Moskvě) — *Grudziński M. M., Prochorov E. I., Usenko I. F.*, 7—8.

— Kriterii dlja ocenki i rasčeta nadežnosti teplovych setej (Kritéria pro hodnocení a výpočet spolehlivosti tepelných sítí) — *Ionin A. A.*, 9—10.

— Metodika razrabotki balansov pokrytija po-

trebnosti v oborudovanii dlja vodopodgotovki, očistki stočnych vod i obrabotki osadka (Metodika vypracování bilance krytí požadavků na zařízení pro přípravu vody, čištění odpadních vod a zpracování kalu) — *Karpuchina R. I., Syčugov N. A., Alipova L. P.*, 11—13.

— Metodika opredelenija kinetiki osedanja vzvesii v šachtnych vodach (Metodika určení kinetiky usazování suspenze v důlních vodách) — *Charionovskij A. A., Zolotuchin I. A.*, 13 až 15.

— Ispol'zovanie bytovych teplovydelenij dlja otopenija kvartir (Využití tepla, uvolňovaného z bytů, pro vytápění) — *Skanavi A. N., Machov L. M.*, 15—17.

— Nadežnost' sistem otopenija (Spolehlivost vytápěcích systémů) — *Turkin V. P., Imchanski L. S.*, 21—22.

— Vozdušnaja sistema podogreva sportivnych polej i ploščadok (Teplovzdušné vytápění hracích ploch a sportovišť) — *Alesker Ja. B., Kuznecova N. N.*, 24—25.

— Gidravličeskij rasčet kanalizacionnych setej iz trub PVCH (Hydraulický výpočet kanalizačních sítí z potrubí z PVC) — *Karel'in Ja. A., Jaromskij V. N.*, 26—27.

#### Eutektické směsi k akumulaci sluneční energie

K akumulaci slunečního tepla můžeme využívat buď tepelnou jímavost pracovního média nebo teplo přijímané či vydávané při fázové přeměně. K ukládání slunečního tepla za využití tepla při změně skupenství byla již navržena řada látek, jako např. uhlovodíky parafinové řady, různé anorganické sloučeniny, fluoridy a eutektické směsi fluoridů. Bod tání zatím prozkoumaných směsí, až na malé výjimky, leží mezi 250 až 500 °C, takže se tyto nehodí k vysoce koncentrované akumulaci sluneční energie, jako např. pro sluneční elektrárny. Japonští vědci *N. Yoneda* a *S. Takanašihé* objevili nové eutektické směsi s teplo-

tami tání pod 80 °C, které obsahovaly buď  $\text{LiNO}_3$  nebo  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  a které se velmi dobře hodí jako akumulární médium pro zásobování budov teplem. Byly zkoumány jak termodynamické vlastnosti šesti různých směsí, tak i související otázky ekonomické včetně korozivních vlastností.

Jako nejprůzračnější pro ukládání sluneční energie se ukázala binární eutektická směs hydrátů  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  s měrným teplem fázové přeměny 144 J/g při měrné tepelné jímavosti 1,34 J/gK v tuhém a 3,16 J/gK v tekutém stavu.

Solar Energy 1/78

(Ku)

ztv

5

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 23, číslo 5, 1980. Vydává Česká vědeckotechnická společnost, komitét pro životní prostředí v Akademii, 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, 656 07 Brno, tř. Obránou míru 2. Lze také objednat u každého poštovního úřadu nebo doručovatele. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 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. 23, 1980 (6 issues) Dutch Glds. 70,—  
Toto číslo vyšlo v říjnu 1980.

© Academia, Praha 1980.