

Redakční rada:

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

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

O B S A H

Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Stanovení umělých minerálních vláken v pracovním ovzduší	193
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Vliv druhu teplotnosné kapaliny na účinnost lamelových výměníků pro zpětné získávání tepla	207
Ing. P. Janeček:	Plošný zdroj zvuku	215
Ing. K. Syrový:	Výpočet činitele denní osvětlenosti e_c^Δ místností s bočními osvětlovacími otvory kapesním kalkulátorem TI-59 a tis-kárnou	221
Ing. M. Zemánek, Ing. F. Huk, Ing. R. Huková, Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Diskuse ke článku „Využití odpadního tepla prostřed-nictvím deskového rekuperačního výměníku v zemědě-lství (ZTV 5/1984)“	231



C O N T E N T S

Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Man-made mineral fibres determination in a working atmosphere	193
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Influence of a liquid heat carrier on plate heat recupe-rators	207
Ing. P. Janeček:	The areal sound source	215
Ing. K. Syrový:	The day lighting coefficient e_c^Δ , calculation for rooms with lateral lighting orifices using a printing pocket calculator TI-59	221

СОДЕРЖАНИЕ

Инж. Я. Шимечек, к.т.н., Инж. В. Штохл, к.т.н.:	Определение искусственных минеральных волокон в атмосфере рабочего места	193
Доц. Инж. Я. Хиски, к.т.н.:	Влияние типа являющейся теплоносителем жидкости на действие пластинчатых теплообменников для систем рекуперации тепла	207
Инж. П. Янечек:	Плоский источник звука	215
Инж. К. Сыровы:	Расчет коэффициента дневного освещения e_c^Δ , помещений с боковыми отверстиями при помощи карманного вычислительного устройства TI-59 с печатающим устройством	221



SOMMAIRE

Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Détermination des fibres minérales synthétiques dans l'atmosphère de travail	193
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Influence de la sorte du liquide de transfert de la chaleur sur l'efficacité des échangeurs de chaleur lamellés pour la récupération de chaleur	207
Ing. P. Janeček:	Source sonore plane	215
Ing. K. Syrový:	Calcul du facteur d'éclairage naturel e_c^Δ , des locaux avec les ouvertures latérales à l'aide du calculateur de poche TI-59 avec une imprimante	221



INHALT

Ing. J. Šimeček, CSc., Ing. V. Štochl, CSc.:	Bestimmung der künstlicher Mineralfasern in der Arbeitsatmosphäre	193
Doc. Ing. J. Chyský, CSc.:	Einfluss der wärmetragende Flüssigkeitsart auf die Effektivität der Lamellenaustauscher für die Wärmerückgewinnung	207
Ing. P. Janeček:	Flächenschallquelle	215
Ing. K. Syrový:	Berechnung des Tagesbeleuchtungsstärkefaktors e_c^Δ , der Räume mit den Seitenbeleuchtungsöffnungen unter der Verwendung des Taschenrechners TI-59 mit einem Drucker	221

STANOVENÍ UMĚLÝCH MINERÁLNÍCH VLÁKEN V PRACOVNÍM OVZDUŠÍ

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

Institut hygieny a epidemiologie, Praha

Článek pojednává o využití, technologii výroby, rozdělení a biologických účincích umělých minerálních vláken — především skleněných a o metodách měření jejich koncentrace v pracovním ovzduší. Hlavní pozornost je věnována dvěma mezinárodním referenčním mikroskopickým metodám měření, které byly testovány v pěti laboratořích. Z provedených srovnávacích měření vyplývají důležité poznatky o přesnosti a reprodukovatelnosti, o rozsazích a možnostech použití mikroskopických metod pro účely hygienického posuzování kvality ovzduší s ohledem na jeho znečištění minerálními vlákny.

Recenzovala: RNDr. Běla Stárková, CSc.

1. ÚVOD

S celosvětovým úsilím o dosažení úspor energie v posledním desetiletí vzrostl mimo jiné také význam izolačních materiálů. Dominantní postavení mezi nimi zaujaly výrobky z umělých minerálních vláken (dále jen UMV), které mají vysokou tepelnou a zvukovou izolační schopnost, jsou levné, snadno se s nimi manipuluje a které především s úspěchem nahrazují azbest, jako látku s možným kancerogenním účinkem.

Podle materiálu, z něhož se zhotovují, se za UMV považují strusková vata, čedičová vata, skleněná vata nebo vlákna a keramická vlákna. Vyrábějí se z taveniny výchozího materiálu při teplotách 1000 až 1500 °C. Postup zvláknování taveniny je různý podle technického rozvoje. Existují tři základní postupy výroby UMV: mechanické tažení, foukání horkými plyny a odstředování. Použití technologie výroby nebo jejich kombinace závisí na druhu výrobku; zatímco při výrobě vaty se používají všechny tři způsoby, zhotovují se skleněná textilní vlákna pouze tažením.

Významným pokrokem v technologii výroby UMV je používání různých aditivních látek jako lubrikantů a pojiv, přidávaných k vláknům. Pojiva zlepšují mechanické vlastnosti vláken a snižují prašnost při manipulaci s nimi. Jako aditiva ke struskové a čedičové vatě se dříve používaly pouze oleje, později i bitumeny a termosetové pryskyřice polyuretanového a formaldehydového typu.

Izolační a zvukotěsná účinnost výsledného výrobku do značné míry závisí na síle (průměru) vláken. Vlákna jsou vyráběna v „nominálních“ průměrech, specifikovaných podle druhu výrobků. Hill [1] rozlišuje tyto tři skupiny UMV podle jejich nominálních průměrů:

- *kontinuální vlákna* o průměru 6 až 25 μm vyráběná tažným procesem, která mají úzkou křivku rozptylu průměrů vláken;
- *izolační vaty* s nominálními průměry 1 až 6 μm , vyráběné foukáním nebo odstředováním;
- *speciální vlákna* pro vědecké a lékařské účely o průměru převážně pod 1 μm .

Snaha po zvyšování izolační schopnosti výrobků z UMV vedla k výrobě vláken o menším středním průměru kolem 1 až 2 μm . Spodní hodnota průměru

vyráběných vláken je však omezena požadovanou mechanickou pevností výrobku a výrobními náklady. Hrubá vlákna, která se používala při výrobě starší technologií, zhoršovala izolační vlastnosti výrobku, dráždila pokožku a zvyšovala hmotnost výrobku. Proto byly vyvinuty nové dokonalejší postupy, jako odstředivý zvláknovací proces pro struskovou a čedičovou vlnu nebo tzv. TEL-proces pro skleněnou vatu s optimálním, a poměrně konstantním, průměrem vláken finálního výrobku.

UMV jsou silikáty, které na rozdíl od azbestu nemají krystalickou strukturu a jsou amorfní. Vlákenný tvar UMV a azbestu vedl k domněnce, že i umělé minerální prachové částice by při vyšších koncentracích a delší expoziční době mohly nepříznivě působit na zdraví pracujících, podobně jako azbest. Pracující jsou vystaveni působení polétavých UMV jak při jejich vlastní výrobě, tak během sekundárních operací (zpracování), jako je spřádání, stříhání, řezání nebo tvarování. Zvláštní pozornost se přitom věnuje tzv. respirabilním vláknům o průměru pod 3 μm , které mohou pronikat do dolních dýchacích cest.

Problematikou biologických účinků UMV se podrobně zabývala mezinárodní konference, kterou uspořádala pobočka Světové zdravotnické organizace (WHO/EURO) v r. 1982 v Kodani [2, 11]. Z rozsáhlých epidemiologických studií vyplývá, že UMV v pracovním ovzduší jsou mnohem méně riziková než azbest. Proti kontrolním skupinám nebyly u exponovaných osob prokázány žádné podstatné změny ve zvýšené úmrtnosti, zvýšeném výskytu plicní rakoviny a mezotheliomu. Důvodem je pravděpodobně menší odolnost UMV proti reakci organismu na cizí tělesa ve srovnání s azbestem: prokazují to histologické obrazy skleněných vláken, lámajících se na menší fragmenty a obklopené obrovskými buňkami a makrofágy. Poškození zdraví je prokazatelné jen ve zvýšeném výskytu chronických bronchitid, způsobeném dráždivým účinkem vláken.

S rostoucím používáním UMV jako izolačního materiálu vzrůstá počet osob exponovaných UMV a tím i požadavek na zajištění čistoty pracovního ovzduší. Jedním z předpokladů úspěšné protiprašné prevence je spolehlivá kontrola kvality pracovního ovzduší, tj. volba vhodných metod na stanovení koncentrace nebo obsahu UMV v celkovém vzorku prachu. Vzhledem k morfoloogickým a tvarovým vlastnostem přirozených (azbest) i umělých (např. skleněná vlákna) minerálních vláken představuje měření těchto faktorů jednu z nejobtížnějších identifikací průmyslových škodlivin. Univerzální metoda neexistuje; oba základní fyzikální principy měření — gravimetrie a mikroskopie — mají své přednosti i nedostatky.

V předložené práci jsou jednotlivé metody měření UMV kriticky zhodnoceny. Podstatná část je věnována standardizaci, přesnosti a rozsahu použití mikroskopických metod stanovení početní koncentrace a velikostního složení UMV v ovzduší.

2. PŘEHLED METOD MĚŘENÍ UMV

Princip *gravimetrických metod* měření spočívá v zachycení važitelného vzorku polétavého prachu z ovzduší na vhodný typ filtračního materiálu prosátím určitého objemu vzduchu. Jednou z nejpoužívanějších je gravimetrická metoda s užitím membránových filtrů: je vhodná ke sledování časových změn prašnosti, hodí se i pro nízké prašnosti a má téměř stoprocentní účinnost zachycování

prachových částic. Výhodou je, že membránový filtr se vzorkem prachu je možno trvale zprůhlednit a použít k následující mikroskopické analýze počtu a distribuce vláken podle velikosti.

Mezi přednostmi gravimetrických metod patří jejich jednoduchost, přístrojová nenáročnost a dobrá srovnatelnost a reprodukovatelnost výsledků měření. Dobrá srovnatelnost jednostupňových gravimetrických metod byla prokázána v celé řadě našich dřívějších prací při měření azbestového prachu a lze tedy předpokládat, že se dobře uplatní i u ostatních druhů vláknitých prachů.

Zatímco ve většině zemí byly nejvyšší přípustné koncentrace (NPK) v pracovním ovzduší pro azbestový prach stanoveny ve formě hmotnostních ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) nebo početních (vláken $\cdot \text{cm}^{-3}$) koncentrací, jsou hodnoty NPK pro UMV stanoveny jen v několika zemích. Podle našich hygienických předpisů [3] vystačíme při měření UMV s jednostupňovým gravimetrickým stanovením celkové koncentrace prachu v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$: skleněná a čedičová vlákna jsou zde zařazena do skupiny prachů bez fibrogenního účinku s výrazným dráždivým působením a je pro ně stanovena průměrná celosměnová NPK $8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ [3]. V SSSR a PLR platí pro skleněná minerální vlákna $\text{NPK} = 4 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, v NSR se UMV posuzují jako prach „inertní“ s $\text{NPK} = 15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Z velkého počtu měření ve výrobních závodech USA a západoevropských zemí vyplývá, že celkové koncentrace UMV v pracovním ovzduší se pohybovaly v rozmezí od 0,1 do $8,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Tomu odpovídaly také námi naměřené koncentrace v různých provozech závodu na výrobu skleněných vláken, které činily 0,2 až $4,6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ [4]. U nás předepsaná hodnota NPK pro UMV se tedy v provozech vyskytuje jen zřídka a zdá se, že při tvorbě nových předpisů bude třeba uvažovat o revizi této hodnoty. V této souvislosti je třeba upozornit, že i při velmi nízkých koncentracích neubývá stížností zaměstnanců závodů na výrobu a zpracování UMV na špatnou kvalitu prostředí. Příčinou této nespokojenosti však nemohou být vysoké koncentrace, ale mechanické dráždivé účinky UMV.

Odběry vzorků pro gravimetrické stanovení koncentrace vláknitých prachů se provádějí stejně jako u ostatních průmyslových aerosolů, ať už jde o odběr personální nebo stacionární. Naměřená hodnota představuje průměrnou celkovou koncentraci prachu během doby odběru, bez ohledu na složení a disperzitu prachu a na obsah vláken ve vzorku. Jedinou vhodnou metodou jak rozlišit a určit vláknité částice ve vzorku od ostatních přibližně izometrických částic je *metoda mikroskopická*: světelnou nebo elektronovou mikroskopií můžeme sledovat tvar, početní zastoupení vláken ve vzorku (dále jen hustota) i rozměry vláken.

Vzorky prachu, odebrané pro stanovení celkové hmotnostní koncentrace prachu, je možno po zprůhlednění filtru často použít přímo k mikroskopickému stanovení početní koncentrace a velikostního složení vláken. V některých případech je však takový vzorek pro mikroskopické hodnocení příliš hustý nebo málo přehledný. V tom případě se doporučuje odebrat na pracovišti několik vzorků s různými objemy prosátého vzduchu; k mikroskopické analýze se potom zvolí vzorek s optimální hustotou UMV na ploše filtru.

Mikroskopické stanovení početní koncentrace UMV (v počtu vláken v cm^3 vzduchu) poskytuje sice údaj o znečištění ovzduší umělými vlákny, nezíská se však představa o celkovém znečištění, na kterém se podílejí ostatní neméně významné druhy prachu. To je také důvodem, proč se při měření UMV uplatňují a vzájemně doplňují obě základní metody — gravimetrická i mikroskopická. Kombinací obou principů a na základě znalostí celkové hmotnostní koncentrace,

početní koncentrace a velikostního složení UMV je pak možno za určitých předpokladů (např. válcový tvar částic, rovnoměrné rozdělení vláken po celé ploše filtru apod.) vypočítat obsah UMV v celkovém vzorku. Způsob takového výpočtu je uveden ve standardní metodice [5] a v dřívější práci [4].

Výsledky mikroskopických analýz aerosolů obsahujících UMV závisí na mnoha faktorech, jako je způsob odběru vzorku prachu z ovzduší (odběr stacionární nebo personální), typ filtru, způsob zprůhlednění filtru, fixační činidlo, hustota vláken na ploše filtru a především použitá optická soustava a celkové zvětšení mikroskopu. Vzájemnou srovnatelnost výsledků měření je možno zajistit jen dodržением jednotných standardních podmínek odběru, přípravy a vyhodnocení vzorku prachu.

3. REFERENČNÍ METODY MĚŘENÍ A HODNOCENÍ UMV

Světová zdravotnická organizace (WHO/EURO) v Kodani ustavila v r. 1980 pracovní skupinu expertů, která mimo jiné měla vypracovat návrh referenčních metod měření UMV. Cílem tohoto programu bylo stanovení jednotné metodiky hodnocení UMV v pracovním ovzduší a tím zajištění vzájemné srovnatelnosti výsledků měření v mezinárodním měřítku. Referenční metody se staly podkladem rozsáhlých epidemiologických studií, prováděných v západoevropských zemích pod patronací a za finanční podpory několika organizací. Organizací, statistickým zhodnocením výsledků srovnávacích měření a dalšími souvisejícími úkoly byla pověřena centrální referenční laboratoř při Ústavu pracovního lékařství (IOM — Institute of Occupational Medicine) v Edinburghu; členy pracovní komise jsou pracovníci obdobných ústavů ze 6 zemí, včetně našeho pracoviště.

Cílem experimentálního programu, zahájeného v r. 1981, bylo minimalizovat interlaboratorní rozdíly při mikroskopickém hodnocení UMV. Byla vypracována, přezkoušena a po připomínkách schválena referenční metoda pomocí optického mikroskopu s fázovým kontrastem (OM), později k ní přistoupila metoda s použitím rastrovacího elektronového mikroskopu (EM).

3.1 Optická mikroskopie

Referenční metoda s použitím optické mikroskopie (OM) je určena k stanovení celosměrné prašné expozice pracovníků v prostředí znečištěném UMV [6, 7]. Metoda stanovuje střední numerické koncentrace UMV v osmihodinové pracovní směně. Při návrhu metody se využilo postupů, přijatých už dříve při měření koncentrací prachu azbestového [8]. Vzorky prachu se odebírají na membránové filtry o průměru 25 mm přístroji pro individuální (personální) odběr při průtoku vzduchu 0,5 až 2 l · min⁻¹. Po zprůhlednění filtru aceton—triacetinovou metodou se v náhodně zvolených místech filtrační plochy hodnotí a počítají jednotlivá vlákna, a to v procházejícím světle mikroskopu s fázovým kontrastem při celkovém pětisetnásobném zvětšení.

Jako „vlákno“ je definována částice, jejíž délka l je větší než 5 μm a jejíž poměr délky k průměru $l/d \geq 3$. Přitom vlákna o průměru (síle) pod 3 μm se považují za „respirabilní“, vlákna o průměru $\geq 3 \mu\text{m}$ za „nerespirabilní“. Pomůckou pro proměrování a počítání jednotlivých vláken je tzv. *Walton—Beckettovo* okulárové měřítko, vyráběné individuálně pro každou optickou soustavu

(tj. kombinaci objektivu a okuláru) tak, aby jeho efektivní průměr odpovídal $100 \pm 2 \mu\text{m}$.

Z celkového počtu vláken, přepočteného na celý filtrační povrch, se při známém objemu prosátého vzduchu vypočte početní koncentrace UMV v cm^3 . Počet respirabilních i nerespirabilních vláken se zjišťuje ve 100 plochách gratikulárního měřítka nebo tak dlouho dokud se neproměří aspoň 100 vláken; minimálně je přitom třeba proměřit aspoň 20 polí. Proměřených 100 polí Walton—Beckettova měřítka tvoří přitom jenom asi 0,2 % z celkové filtrační plochy. Při přepočtu na celý filtr se předpokládá rovnoměrné rozdělení vláken na ploše filtru. Doba odběru vzorku se volí tak, aby hustota vzorku vláken na filtru při jejich počítání a rozlišení byla optimální: doporučuje se hustota v rozmezí 100 až 1250 vláken na mm^2 filtrační plochy.

V podrobnostech, jako je způsob odběru vzorku, zprůhlednění filtru a jeho fixace na mikroskopovacím sklíčku, způsob a pravidla počítání vláken v kruhovém zorném poli gratikulárního měřítka, výpočet koncentrace vláken atd., odkazujeme na dříve publikované práce [6, 7]. Možnosti referenční světelně-mikroskopické metody s ohledem na její přesnost a srovnatelnost výsledků vyplývají z interlaboratorních měření, organizovaných a uskutečněných v rámci programu technické komise WHO [9] v posledních dvou letech.

Referenční laboratoř při IOM odebrala konkrétní celosměnové vzorky prachu z UMV z různých pracovišť, po zprůhlednění filtrů je připravila ve formě mikroskopických preparátů a po jejich vyhodnocení je zosílala do ostatních laboratoří. Testování výměnných vzorků se zúčastnily laboratoře těchto ústavů:

- A — IOM (Institute of Occupational Medicine, Edinburgh),
- B — HSE (Health and Safety Executive, Londýn),
- C — ASS (National Board of Occupational Safety and Health, Stockholm),
- D — BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, St. Augustin, NSR),
- E — INRS (Institut National de Recherche de Sécurité, Nancy).

Ve všech pěti laboratořích se sledovaly: doby trvání analýzy, počty vláken v jednotlivých polích, počet vyhodnocených polí na filtru a tzv. hustoty vzorků v počtu vláken na mm^2 filtrační plochy. Výsledky měření z jednotlivých laboratoří se potom předaly referenční laboratoři IOM ke statistickému vyhodnocení.

V první sérii srovnávacích měření bylo analyzováno 20 mikroskopických vzorků, odebraných na pracovištích s vývinem prachu se skleněnými nebo čedičovými vlákny, ze kterých pak byly ze závěrečného hodnocení vyloučeny 3 vzorky s nadměrnou hustotou nad 1250 vláken $\cdot \text{mm}^{-2}$. V uvedených pěti laboratořích bylo tedy v 1. sérii hodnoceno celkem 17 vzorků. Doby analýz jednotlivých vzorků trvaly 18 až 40 minut, podle jejich hustoty, individuální zručnosti laborantů atd. Z hodnot stanovených pro jednotlivé vzorky se vypočítaly aritmetické střední hustoty vzorků a výsledek měření každé laboratoře se vyjádřil v % vztahených k těmto průměrným hodnotám.

Rozdíly jednotlivých laboratoří u všech analyzovaných preparátů se v extrémních případech pohybovaly v rozmezí od 38 do 173 %, při středních hodnotách (pro všech 17 preparátů) 55 až 135 %, tj. byly zjištěny 2,5násobné rozdíly. Závažnou skutečností provedených srovnávacích měření referenční mikroskopickou metodou však dále bylo, že výsledky referenční laboratoře (A) byly systematicky vyšší než ostatních: laboratoř A vykazovala hustotu vzorků v rozmezí od

117 do 161 % (vztaženo k průměrným hodnotám), zatímco v druhém extrémním případě laboratoř D vykazovala hodnoty pouze 38 až 84 %.

Na základě těchto nepříznivých výsledků byly v další fázi spolupráce pro-
jednány, upřesněny a zveřejněny podmínky analýzy a přikročilo se k dalším
sériím výměny vzorků. Celkem bylo uskutečněno pět sérií testovacích měření.
Způsob statistického zpracování interlaboratorních srovnávacích měření vyplyne
nejlépe z výsledků 5. série výměny vzorků, uvedených v tab. 1:

Tab. 1. Výsledky mikroskopického stanovení hustoty vláken na mm² filtrační plochy při
páté výměně vzorků

Vzorek číslo	Hustota vzorku v počtu vláken . mm ⁻² (x _i) stanovená laboratoří					Aritm. střední \bar{x}	Koeffi- cient variace KV [%]	
	A(IOM)	B(HSE)	C(ASS)	D(BIA)	E(INRS)			
5.1	81	$x_i/\bar{x} =$ = 0,66	145	194	90	98	122	39
5.2	83	0,41	245	244	250	194	203	35
5.3	433	0,71	717	709	583	599	608	19
5.4	50	0,54	69	103	97	139	92	37
5.5	1 290	1,68	790	758	475	518	766	43
5.6	100	0,74	115	161	136	168	136	21
5.7	270	0,88	305	338	263	361	307	14
5.8	93	0,88	87	135	110	103	106	18
Interlabo- ratorní index	-19		0	+20	-6	+4		
Intralabo- ratorní index	47		18	15	20	25		

V této sérii bylo vyhodnoceno 8 vzorků (č. 5.1 až 5.8), u každého vzorku
jsou v tab. 1. uvedeny tyto údaje:

- hustoty vzorků x_i v počtu vláken připadajících na mm² filtru, stanovené
v jednotlivých laboratořích A až E;
- aritmetické střední hustoty \bar{x} pro každý vzorek a
- koeficienty variace pro jednotlivé vzorky.

Výsledky měření ukazují systematické rozdíly jak mezi laboratořemi, tak také
v rámci každé laboratoře. Při zhodnocení výsledků měření bylo použito těchto
statistických kritérií:

- koeficient variace v % pro každý vzorek,
- interlaboratorní index a
- intralaboratorní index.

Koeficient variace KV se vypočte pro každý vzorek z rovnice (1):

$$KV = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

kde s = standardní odchylka,
 n = počet uvažovaných případů.

Pro vzorec 5.1 je tedy:

$$KV = \frac{\sqrt{\frac{8994}{4}}}{122} \cdot 100 = \frac{47,4}{122} \cdot 100 = 39 \%$$

Interlaboratorní index je kritériem pro porovnání výsledků jednotlivých laboratoří vzhledem k průměrným hodnotám a vypočte se z výrazu (2):

$$\left(\frac{\sum \frac{x_i}{\bar{x}}}{n} - 1 \right) \cdot 100 \quad (2)$$

takže např. pro laboratoř A je při $\sum \frac{x_i}{\bar{x}} = 6,5$ a $n = 8$:

$$\left(\frac{6,5}{8} - 1 \right) \cdot 100 = (0,81 - 1) \cdot 100 = -19 \%$$

Intralaboratorní index vyjadřuje míru variace výsledků v rámci jedné laboratoře. Stanoví se z výrazu (3):

$$\frac{\sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n-1}}}{a} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

kde $\Delta = \left(\frac{x_i}{\bar{x}} - a \right)$,

a = aritmetická střední hodnota všech poměrů $\frac{x_i}{\bar{x}}$, tj. $\frac{\sum \frac{x_i}{\bar{x}}}{n}$.

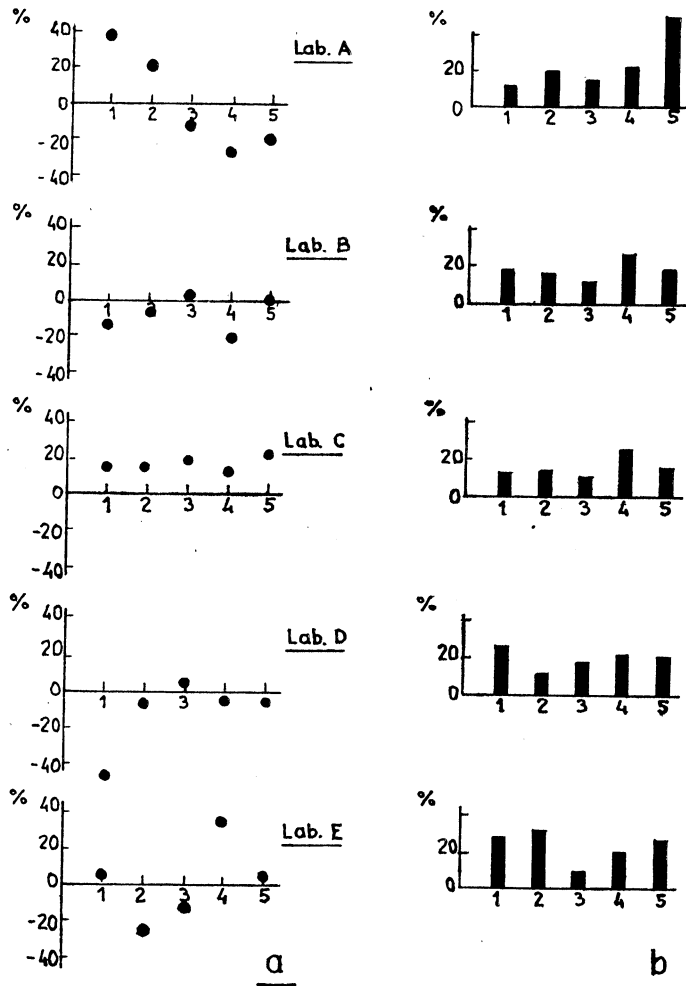
Tab. 2. Přehled výsledků srovnávacích měření hustoty vláken

Série výměny	1	2	3	4	5
Počet vzorků (o hustotě vzorku v rozmezí 100—1250 vláken . mm ⁻²)	17	16	8	5	8
Geometrická střední hodnota koeficientu variace [%]	30	22	16	19	26
Maximální interlaboratorní diference	2,5	1,6	1,3	1,4	1,5

Tak např. pro laboratoř A je $a = \frac{6,5}{8} = 0,81$ a intralaboratorní index je:

$$\frac{\sqrt{\frac{1,037}{7}}}{0,81} \cdot 100 = \frac{0,3848}{0,81} \cdot 100 = 47 \%$$

Popsaným způsobem byly stanoveny koeficienty variace a inter- resp. intralaboratorní indexy pro všech pět dosud provedených sérií srovnávacích měření. Výsledky jsou uvedeny na obr. 1 a v přehledné tab. 2:



Obr. 1. Inter- (a) a intralaboratorní (b) indexy stanovené v pěti sériích srovnávacích měření hustoty vláken pomocí optické mikroskopie (laboratoř A — IOM, B — HSE, C — ASS, D — BIA, E — INRS).

V rámci programu pracovní skupiny WHO byly také sledovány difference při hodnocení těchto vzorků větším počtem hodnotících osob téže laboratoře. Do jedné série výměny vzorků se později zapojily další tři laboratoře (dánská, norská a italská). V jedné sérii byla referenční metoda OM přezkoušena na vzorcích prachu azbestového. Obecně možno říci, že pokud jde o referenční metodu měření UMV pomocí optické mikroskopie, byla práce pracovní komise ukončena a její další činnost má být zaměřena na automatizaci metod hodnocení UMV.

3.2 Rastrovací elektronová mikroskopie

V praxi dochází často k případům, kdy pracovníci jsou vystaveni působení více než jednoho druhu přírodních nebo umělých minerálních vláken. V takových případech je důležité charakterizovat typy přítomných vláken pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu (REM). Až dosud chyběly informace o rozdílech, jež lze očekávat při použití REM při měření rozměrů vláken v interlaboratorním srovnání. V rámci činnosti pracovní skupiny WHO byla proto vypracována referenční metoda *měření velikostního složení UMV* na pracovištích pomocí REM. Stanovení početní koncentrace vláken je s ohledem na možnosti vzniku velkých chyb (plocha všech hodnocených polí v poměru k celkové filtrační ploše je příliš malá) je pak druhotným cílem metody REM.

Referenční metoda REM [10] vychází ze stejného způsobu personálního odběru vzorků prachu na pracovišti jako metoda OM, v tomto případě se však vzorky odebírají na polykarbonátové filtry (Nuclepore) nebo PVC membránové filtry (Gelman DM 800). Po přípravě vzorku se vlákna pozorují pomocí REM při 5000 násobném zvětšení. Z náhodně zvolených míst se sejme řada fotomikrografů, délky l a průměry d jednotlivých vláken se opticky proměřují ze zvětšených snímků těchto mikrografů. Jako vlákna jsou definovány všechny částice s poměrem $l/d \geq 3$, maximální ani minimální délky či průměry nejsou přítom specifikovány. Metoda by měla být používána ve spojení s tzv. testovacím vzorkem, vyvinutým pracovní skupinou WHO ke kontrole dolní viditelnosti vláken $0,05 \mu\text{m}$.

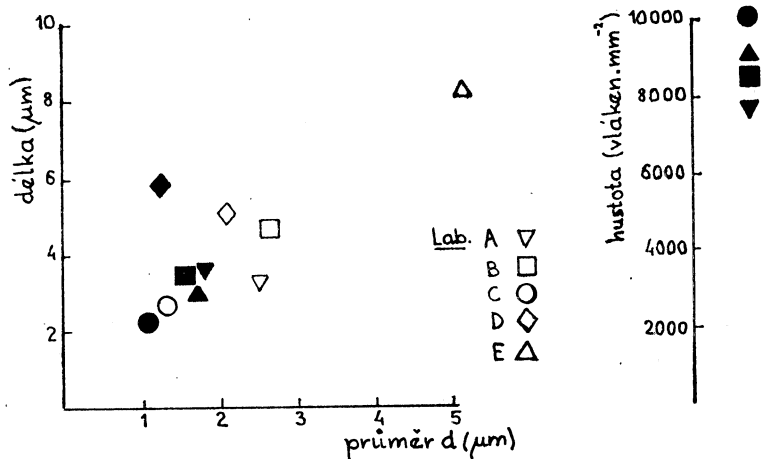
K testování metody REM byla opět zorganizována výměna vzorků mezi pěti laboratořemi, počet vzorků byl s ohledem na značnou časovou náročnost analýzy omezen na tři: dva vzorky byly připraveny ze suspenze jemných UMV bez organických vazebných látek, jeden vzorek byl odebrán v závodě na výrobu skleněné vaty. Výsledky měření hustoty, středního průměru a délky UMV v jednom z výměnných vzorků jsou znázorněny v obr. 2. Rozdíly mezi jednotlivými laboratořemi byly u všech vzorků značné: v nejhorším případě např. geometrické střední délky vláken kolísaly v rozmezí od 2,7 do $8,4 \mu\text{m}$ (tj. 3,1 x), střední průměry od $0,14$ do $0,51 \mu\text{m}$ (3,6 x) a hustoty vláken od 4100 do 7700 vláken $\cdot \text{mm}^{-2}$ (1,9 x). Vedle referenční metody byly výměnné vzorky hodnoceny také vlastními postupy, až dosud v jednotlivých laboratořích používanými. Ukázalo se, že interlaboratorní rozdíly byly způsobeny hlavně rozlišností přístrojového vybavení a subjektivním hodnocením operátorů.

Byl proto vypracován experimentální program, kdy jeden pracovník na REM navštívil každou zúčastněnou laboratoř, aby prodiskutoval detaily referenční metody a provedl řadu testů ke zjištění rozlišovací schopnosti, kalibraci zvětšení a viditelnosti jemných vláken síly $0,05 \mu\text{m}$. Ke konci návštěvy každé laboratoře byl znovu proměřen vzorek z první výměny s těmito výsledky: střední délky

vláken se pohybovaly v rozmezí 2,3 až 5,8 μm (2,5 x), rozsah hustoty vzorku byl v tomto případě 7900 až 10 600 vláken $\cdot\text{mm}^{-2}$ (1,34 x). Proti původním výsledkům vzrostly tedy hustoty hodnocených vzorků, zatímco průměrné hodnoty délek a průměrů vláken byly menší. Je to způsobeno sladěním podmínek subjektivního hodnocení a detekcí většího počtu kratších a tenčích vláken.

Po těchto zkouškách byl uspořádán seminář, na němž byly specifikovány další podmínky referenční metody REM a v jedné laboratoři byla dokončena další série měření. V referenční metodě byly stanoveny tyto další zásady:

a) Přesněji bylo specifikováno zvětšení REM a zvětšení konečného snímku



Obr. 2. Výsledky interlaboratorních srovnávacích měření střední geometrické délky l , průměru d a hustoty vláken jednoho vzorku při použití rastrovacího elektronového mikroskopu (prázdné znaky — výsledky z 1. série výměny, plné znaky — po návštěvě laboratoře v 3. sérii výměny).

pro určení velikosti vláken: konečný rozsah zvětšení byl stanoven v rozmezí 3000 až 50 000 x.

b) Byly zjištěny rozdíly v kvalitě snímků mezi jednotlivými přístroji. Proto byly v rámci ústavu IOM připraveny vzorky pro testování viditelnosti.

c) U přístrojů horší kvality je nutný záznam mikrofazu pro každé pole, i když na stínítku REM nejsou viditelná žádná vlákna. Detekce velmi jemných vláken o průměru asi 0,05 μm na TV monitoru přístroje není totiž vždy spolehlivá ve srovnání s fotomikrografem.

d) U kratších vláken jsou subjektivní chyby větší: jedna laboratoř našla systematicky více kratších vláken než ostatní. Je proto třeba dále sledovat spolehlivost metody u vláken délky pod 1 μm .

Výsledky z třetí výměny vzorků, uvedené na obr. 2, potvrzují, že při dodržení shora uvedených zásad a podmínek referenční metody REM došlo k podstatnému zlepšení a snížení interlaboratorních rozdílů.

4. KRITICKÉ ZHODNOCENÍ MIKROSKOPICKÝCH METOD

Z provedených interlaboratorních měření hustoty vzorků UMV (skleněných nebo čedičových) na povrchu membránového filtru *referenční metodou pomocí optického mikroskopu* vyplývají tyto závěry:

1. Střední hodnoty koeficientů variace u všech pěti sérií se pohybovaly v rozmezí od 16 do 30 % (viz tab. 2); možno tedy konstatovat, že v tomto směru opakovaním měření nedošlo k patrnému zlepšení.

2. Vlivem snížení subjektivních chyb mikroskopistů došlo v průběhu provedených pěti sérií měření ke snížení interlaboratorních rozdílů, a to z původní hodnoty 2,5krát v první sérii (viz. tab. 2. a obr. 1) přibližně na 1,5krát v dalších čtyřech sériích měření.

3. I při dodržení stejných, referenční metodikou stanovených podmínek hodnocení mohou výsledky OM analýz jednotlivých laboratoří a u jednotlivých vzorků kolísat v širokém rozmezí, v extrémních případech až o ± 60 %, tj. 4krát od průměrných hodnot.

4. Variace výsledků měření jednotlivých laboratoří se posuzuje tzv. intralaboratorním indexem: jak je patrné z obr. 1 jen v několika případech tyto indexy překračovaly 20 %.

5. Uvedené poznatky se týkají jen vlastního optického hodnocení hustoty vláken na předem v jedné laboratoři připravených mikroskopických preparátech. Při stanovení početních koncentrací UMV v pracovním ovzduší mohou k uvedeným chybám samotné mikroskopické analýzy přistoupit ještě další zdroje chyb, jako je způsob odběru vzorku na pracovišti, transport vzorku do laboratoře, příprava a fixace filtru na sklíčko, subjektivní chyby při hodnocení vzorku různými osobami apod.

6. Laboratoře, které se zúčastnily srovnávacích měření UMV, přezkoušely referenční metodu rovněž na vzorcích s azbestovými vlákny. Maximální mezilaboratorní diference byly v tomto případě až 3,5násobné, a to při hodnocení chrysotilových vzorků a při dodržení pravidel počítání vláken podle AIA (Asbestos International Association) [8]. Menší interlaboratorní diference u UMV ve srovnání s azbestem mají zřejmě tyto příčiny:

- jednoznačnější pravidla počítání vláken,
- rozsah spolupráce mezi zúčastněnými laboratořemi,
- jednoduchý (válcový) tvar UMV ve srovnání s azbestem,
- rozdíly ve velikostním složení: UMV jsou všeobecně delší a tlustší a tudíž v mikroskopu viditelnější.

7. Z uvedeného vyplývá, že i při splnění všech referenční metodou předepsaných zásad, má metoda OM dosti široké pásmo rozptylu, které zřejmě není možno dále snížit. Uvádí se [11], že jen samotná chyba vznikající náhodným výběrem hodnocených polí na filtrační ploše může činit ± 20 %, v extrémních případech až ± 30 % u vzorků s vyšší hustotou vláken.

Rastrovací elektronová mikroskopie REM se přednostně používá ke studiu a rozlišení ve vzorku přítomných druhů minerálních vláken a k stanovení jejich dimenzí — průměru a délky. Jde o metodu náročnou jak na přístrojové vybavení, tak na dobu trvání analýzy. Při měření distribuce UMV podle velikosti u jednoho vzorku z první série výměny se ukázalo, že interlaboratorní diference metody byly značné, a to (obr. 2):

- při stanovení geometrické střední délky až 3,1násobné,

— při měření středního průměru 3,6násobné.

Sjednocením a upřesněním podmínek referenční metody, kalibrací zvětšení, kontrolou dolní meze rozlišovací schopnosti, atd. se podařilo snížit tyto rozdíly ve 3. výměnné sérii (obr. 2) na hodnoty přibližně 1,7 x pro délku a 1,2 x pro sílu vláken.

Měření hustoty vláken není hlavním cílem metody. Interlaboratorní diference v měření tohoto faktoru jsou značné a závisí hlavně na dolní mezi viditelnosti vláken. Metoda není vhodná ke stanovení početních koncentrací vláken v pracovním ovzduší, a to nejenom vzhledem k pracnosti analýzy, ale k velkým chybám.

5. ZÁVĚRY

O volbě metody měření a hodnocení UMV v pracovním ovzduší rozhoduje především účel měření. Gravimetrické metody stanovení koncentrace prachu jsou jednoduché a poskytují reprodukovatelné a vzájemně srovnatelné výsledky měření. Jejich nevýhodou je, že neposkytují přímé údaje o koncentracích UMV nebo o obsahu UMV v celkovém vzorku prachu. Dodatečné určení těchto faktorů výpočtem z údajů mikroskopické analýzy, tj. z početní koncentrace a velikostního složení vláken, je pracné a může být zatíženo značnými chybami.

Metoda optické mikroskopie s fázovým kontrastem se používá k stanovení numerické koncentrace v počtu vláken v cm^3 vzduchu; slouží tedy k hygienickému posouzení znečištění ovzduší s ohledem na minerální vlákna, neposkytuje však na druhé straně podklady pro celkové zhodnocení kvality ovzduší. Mikroskopická a gravimetrická metoda se tedy vzájemně doplňují a v mnoha případech jsou nepostradatelné obě.

Hlavním účelem rastrovací elektronové mikroskopie je stanovení velikostního složení (průměrů a délek) UMV a studium jednotlivých typů vláken, zatímco stanovení početních koncentrací je až cílem druhotným. Jde o přístrojově i časově velmi náročnou metodu, využívanou jen v několika málo speciálních laboratořích.

V podstatě mikroskopických metod jsou značné variační rozptyly výsledků měření. Jsou způsobeny řadou příčin, kromě podmínek přípravy vzorku k analýze a vlastní analýzy se na jejich vzniku podílejí subjektivní chyby a především chyby, vznikající náhodnou volbou hodnocených polí na ploše filtru (poměr hodnocené plochy k celkové filtrační ploše činí jen zlomek %, např. u referenční metody OM asi 0,2 %), které samy o sobě mohou v extrémních případech kolísat v rozmezí až ± 30 %.

K zajištění co největší srovnatelnosti výsledků měření UMV bylo nutno standardizovat podmínky odběru vzorku, jeho přípravy k mikroskopické analýze i vlastní analýzy. Stalo se tak ve dvou mezinárodních referenčních metodách [6, 10]. Referenční metody byly testovány a přezkoušeny v několika laboratořích: ze statistického zhodnocení výsledků měření hustoty vláken ve vzorcích vyplývají možnosti a omezení obou referenčních metod. Zkušební ukázaly, že i při přísném dodržení jednotných podmínek měření a hodnocení UMV v pracovním ovzduší, mají obě referenční metody — pokud jde o přesnost a srovnatelnost výsledků měření — své jisté možnosti a hranice.

Domníváme se, že předložená práce může být dobrým základem pro vy-

pracování návrhu naší standardní metodiky měření umělých i přirozených minerálních vláken v pracovním ovzduší a pro návrh revize nejvyšších přípustných koncentrací těchto druhů prachu.

LITERATURA

- [1] Kolektiv autorů: Methods of monitoring and evaluating airborne man-made mineral fibres. Report on a WHO-Consultation. WHO/EURO Reports and Studies, No. 48, Kodaň (1982).
- [2] Biological effects of man-made mineral fibres (MMMMF). Report on a WHO/IARC meeting, Kodaň (1982).
- [3] Hygienické předpisy, sv. 39/1978: 46 — Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí. Avicenum, Praha (1979).
- [4] Šimeček, J., Štochl, V.: Stanovení skleněných vláken v pracovním ovzduší. Zdravotní technika a vzduchotechnika 26 (1983), 5 : 273—285.
- [5] Standardní metody měření prašnosti v pracovním ovzduší. Příloha č. 8 k Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica, Institut hygieny a epidemiologie, Praha (1976).
- [6] A reference method of monitoring the fibre number concentration in man-made fibre workplaces. WHO/EURO Technical committee on monitoring and evaluating man-made mineral fibres (1984).
- [7] Šimeček, J., Štochl, V.: K měření a hodnocení umělých minerálních vláken v ovzduší. Pracovní lékařství 34 (1982), 9: 312—316.
- [8] Reference method for the determination of airborne asbestos fibre concentrations at workplaces by light microscopy (membrane filter method). AIA — Asbestos International Association (RTM 1). Londýn (1979).
- [9] The WHO/EURO Man-made mineral fibre reference scheme. Abstract (1984).
- [10] A reference method for determining the size of airborne fibres in man-made mineral fibre workplaces by scanning electron microscopy. WHO/EURO Technical committee on monitoring and evaluating man-made mineral fibres (1984).
- [11] Biological effects of man-made mineral fibres. Sborník přednášek z WHO/IARC konference, konané 20.—22. 4. 1982 v Kodani, I. a II. díl, WHO/EURO, Kodaň (1984).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В АТМОСФЕРЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Инж. Ярослав Шимечек, к. т. н.
Инж. Вацлав Штоchl, к. т. н.

Статья занимается использованием, технологией производства, распределением и биологическими действиями синтетических минеральных волокон — прежде всего стеклянных — и методами измерения волокон в атмосфере рабочего места. Главное внимание уделяется двум международным референционным микроскопическим методам измерений, которые были контролированы в пяти лабораториях. Из проведенных сравнивающих измерений вытекают важные сведения о точности и воспроизводимости, о диапазонах и возможностях применения микроскопических методов для целей гигиенической оценки качества атмосферы, принимая во внимание загрязнение атмосферы минеральными волокнами.

MAN-MADE MINERAL FIBRES DETERMINATION IN A WORKING ATMOSPHERE

Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.
Ing. Václav Štochl, CSc.

The article deals with man-made mineral fibres utilization, production technology, distribution and biological effect, mainly of glass fibres, and methods of fibres concentration determination in a working atmosphere are discussed there. Two international microscopical measuring methods, which have been tested in five laboratories, are mainly pointed out

there. From the performed comparison of measuring methods very important knowledge of accuracy and reproducibility, extent and possibilities of microscopical methods for hygienical evaluation of atmospheric pollution caused by mineral fibres are consequent.

BESTIMMUNG DER KÜNSTLICHER MINERALFASERN IN DER ARBEITSATMOSPHERE

*Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.
Ing. Václav Štochl, CSc.*

Der Artikel behandelt die Anwendung, die Herstellungstechnologie, die Verteilung und die biologischen Wirkungen der künstlicher Mineralfasern — besonders der Glasfasern — und die Messmethoden ihrer Konzentration in der Arbeitsatmosphäre. Die Hauptaufmerksamkeit wird den zwei internationalen mikroskopischen Referenzmessmethoden, die in den fünf Laboratorien geprüft wurden, gewidmet. Aus den durchgeführten Vergleichsmessungen folgen die wichtigen Erkenntnisse über die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit, über die Bereiche und Anwendungsmöglichkeiten der mikroskopischen Methoden für die hygienische Beurteilung der Reinhaltung der Atmosphäre mit Rücksicht auf ihre Verunreinigung durch die Mineralfasern.

DÉTERMINATION DES FIBRES MINÉRALES SYNTHÉTIQUES DANS L'ATMOSPHERE DE TRAVAIL

*Ing. Jaroslav Šimeček, CSc.
Ing. Václav Štochl, CSc.*

L'article présenté traite l'utilisation, la technologie du procédé de travail, la répartition et les effets biologiques des fibres minérales synthétiques — avant tout des fibres de verre — et les méthodes de mesure de leur concentration dans une atmosphère de travail. On prête l'attention principale à deux méthodes de mesure de référence microscopiques internationales qui étaient testées dans cinq laboratoires. Les connaissances importantes à la précision et reproductibilité, aux portées et possibilités d'utilisation des méthodes microscopiques pour le jugement hygiénique de la pureté de l'atmosphère par égard à sa pollution par suite des fibres minérales résultent des mesures comparatives réalisées.

● Přenosná vodní elektrárna

Rakouští vědci vyvinuli miniaturní vodní elektrárnu, která může být nasazena prakticky všude, kde je dostatečný spád a průtok vody. Přístroj váží jen 75 kg a má výkon až 5 kVA při 220 V/50 Hz. Přístroj může být spojen požárními hadicemi se zdrojem vody, přičemž k provozu je třeba spád v rozmezí 35 až 100 m a průtok 4 až 10 dm³/s. Rovnotlaká Peltonova turbína může být daným podmínkám přizpůsobena změnou počtu nebo průměru dýz, popřípadě výměnou jednoho z převodových kol. Generátor se spouští buď ručně nebo dálkově pomocí klapky. Elektronická regulace udržuje konstantní kmitočet při proměnném odběru.

CCI 3/84

(Ku)

● Novinka — „měsíční“ kolektory

Západoněmecká firma Lunar Energie Technik GmbH se zaměřila na využívání měsíce k energetickým účelům. Po dlouhých letech výzkumu vyvinula absorbér, který dovedla až do sériové výroby. Evakuované trubkové kolektory transformují v absorbéru měsíční energii. Činná fialová kapalina protéká kolektory, přitom se ochlazuje a používá se pro chlazení. Za sebou může být zařazeno až 50 těchto kolektorů. Jejich účinnost je asi 28 % a je nezávislá na oblačnosti a na měsíčních fázích. Firma očekává odbyt asi 6 000 kolektorů ročně, přičemž zákazníci předpokládá především ze zemí s dlouhými nocemi.

CCI 4/84

(Ku)

VLIV DRUHU TEPLONOSNÉ KAPALINY NA ÚČINNOST LAMELOVÝCH VÝMĚNÍKŮ PRO ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA

DOC. ING. JAROSLAV CHYSKÝ, CSc.

ČVUT, fakulta strojní, Praha

Článek uvádí vliv teplonosné látky na přestup tepla v trubkách při laminárním a přechodovém proudění s uvažováním vlivu volné konvekce. Výsledky jsou aplikovány u lamelových žebrovek výměníků systémů ZZT, u kterých je analyzována celková účinnost a dosahované úspory při provozu s vodou, fridexem a roztokem etylalkoholu.

Recenzoval: Ing. Vojtěch Hlavačka, CSc.

0. ÚVOD

Při používání lamelových výměníků pro účely zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu se většinou používají kapaliny se sníženou teplotou tuhnutí. Tyto kapaliny mají nepříznivější tepelné vlastnosti než voda a kromě toho vyšší viskozitu, takže turbulentní proudění nastává až při vyšších rychlostech. I u vody může mít rychlost proudění a hlavně celkové množství obíhající vody vliv na celkový efekt. Rozborem těchto vlivů na účinnost kapalinových okruhů pro zpětné získávání tepla se zabývá tento příspěvek.

1. VLIV DRUHU KAPALINY A RYCHLOSTÍ PROUDĚNÍ NA PŘESTUP TEPLA

Protože při srovnávání může být volena řada různých parametrů, které více či méně přenosy tepla a celkový efekt ovlivňují, bylo třeba vybrat parametry typické pro průměrné podmínky. Srovnání je provedeno pro tři kapaliny: pro vodu, fridex (koncentrace 34 % objemových, teplota tuhnutí -20°C) a etylalkohol (koncentrace 30 % hmotnostních = 36,1 % objemových, teplota tuhnutí -19°C). Tepelné vlastnosti roztoků těchto kapalin ve vodě jsou publikované jen omezeně. Pro fridex byly použity informace výrobního závodu [1] pro etylalkohol byly některé parametry převzaty z [2], některé z [3]. Pro úplnost upozorňuji, že vlastnosti fridexu, uvedené v [1] jsou příznivější než vlastnosti roztoku glykolu, uváděné v citované literatuře. Přehled parametrů, použitých pro výpočty podává *tab. 1* (hodnoty platí pro teplotu 10°C , což je průměrná teplota při využívání těchto soustav).

Závažná je zejména několikanásobně vyšší viskozita roztoků ve srovnání s vodou a tím i značně větší Pr a při stejných rychlostech menší Re .

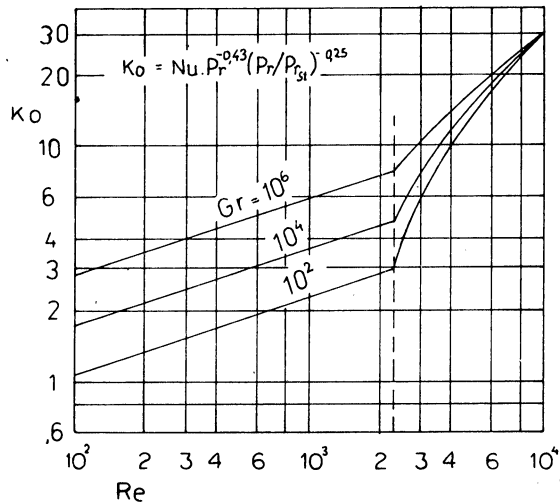
Pro stanovení součinitele přestupu tepla existuje v literatuře velký počet závislostí, které se od sebe výsledky i značně liší (viz např. kritický přehled v [4]). Po rozboru byla pro výpočet přijata závislost (podle [5]), znázorněná na *obr. 1*.

Kosovičovo číslo $Ko = Nu \cdot Pr^{-0,43} \cdot (Pr/Pr_{st})^{-0,25}$, látkové vlastnosti se dosazují při střední teplotě mezní vrstvy (byla volena 10°C). Poměr $(Pr/Pr_{st})^{-0,25}$

Tab. 1.

	λ	ρ	c	$\alpha \cdot 10^6$	$\nu \cdot 10^6$	$\beta \cdot 10^3$	Pr
	[W/mK]	[kg/m ³]	[J/kgK]	[m ² /s]	[m ² /s]	[1/K]	—
voda	0,574	999,6	4212	0,136	1,3	0,088	9,56
fridex 34% obj.	0,562	1053	3378	0,158	3,6	0,456	22,78
etylalkohol 36,1 % obj.	0,409	960	3630	0,117	4,232	0,65	36,2

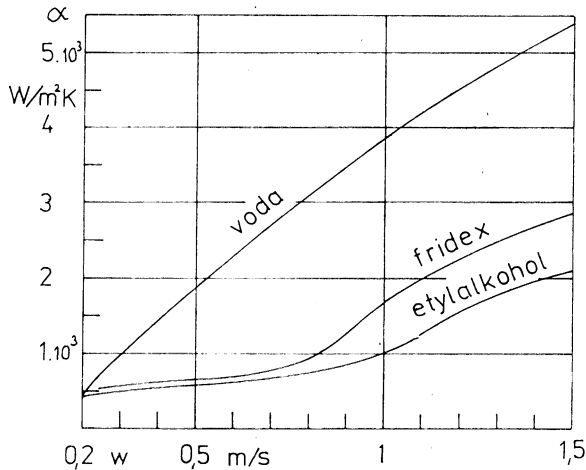
w	voda		fridex 34 %		etylalkohol 36,1 %	
[m/s]	Re	Ko	Re	Ko	Re	Ko
0,2	1 846	3,8	667	2,8	567	2,7
0,4	3 692	9,1	1 333	3,3	1 134	3,3
0,6	5 538	18,0	2 000	3,9	1 701	3,7
0,8	7 385	24,0	2 667	5,5	2 268	4,5
1,0	9 231	31,0	3 333	8,3	2 836	5,8
1,2	11 077	36,1	4 000	12	3 403	8,8
1,3	12 932	40,9	4 667	14	3 970	11,5
1,5	13 846	43,2	5 000	15	4 253	12,0



Obr. 1. Přestup tepla při proudění kapalin v trubkách v laminární a přechodové oblasti podle [5].

Tab. 2.

w [m/s]	voda		fridex 34% obj.			etylalkohol 36,1% obj.		
	α_w	k_w	α_{fr}	k_{fr}	α_{fr}/α_w	α_{et}	k_{et}	α_{et}/α_w
0,2	480	17	503	17	1,05	431	15	0,90
0,4	1 149	26	593	19	0,52	526	17	0,46
0,6	2 273	32	700	20	0,31	590	19	0,26
0,8	3 031	34	988	24	0,33	718	21	0,24
1,0	3 915	35	1 491	28	0,38	925	23	0,24
1,2	4 559	36	2 155	31	0,47	1 404	28	0,31
1,4	5 165	37	2 514	33	0,49	1 834	30	0,36
1,5	5 455	37	2 634	33	0,49	1 914	30	0,35



Obr. 2. Přestup tepla při proudění v trubce o vnitřním průměru 12 mm.

(Pr číslo při střední teplotě mezní vrstvy kapaliny a při teplotě stěny) byl vzat 1, protože při současném chodu obou výměníků má jeden hodnotu mírně menší, druhý mírně větší než 1, takže se vlivy do značné míry kompenzují. Pro výpočet byl vzat vnitřní průměr trubky 12 mm (odpovídá výměníkům vyráběným v JANKA ZRL i KOVONA). Pro tyto parametry a zvolené rychlosti proudění kapalin byly určeny hodnoty Re a z obr. 1 odečteny hodnoty Ko :

Jako laminární oblast jsou uvažovány hodnoty $Re < 2\,300$, přechodná $2\,300 < Re < 10\,000$, turbulentní $Re > 10\,000$. Tyto oblasti jsou v tabulce odděleny silnějšími čarami. Pro laminární a přechodnou oblast, kde má vliv i a Gr , byl předpokládán teplotní rozdíl 4 K. Pro vodu potom je $Gr = 3,4 \cdot 10^3$, pro fridex $2,4 \cdot 10^3$, pro etylalkohol $2,5 \cdot 10^3$.

Podle těchto parametrů jsou stanoveny součinitele přestupu tepla, poměrné zmenšení přestupu tepla vzhledem k vodě a součinitel prostupu tepla. Pro stanovení součinitele prostupu tepla k byla zvolena rychlost proudění vzduchu 4 m/s při $\alpha \cdot \eta_z = 42,2$ (η_z je účinnost lamel). Poměr vnějšího a vnitřního povrchu byl vzat $S_e/S_i = 17,7$ (výrobky ZRL JANKA). Výsledky jsou uvedeny v tab. 2 a na obr. 2.

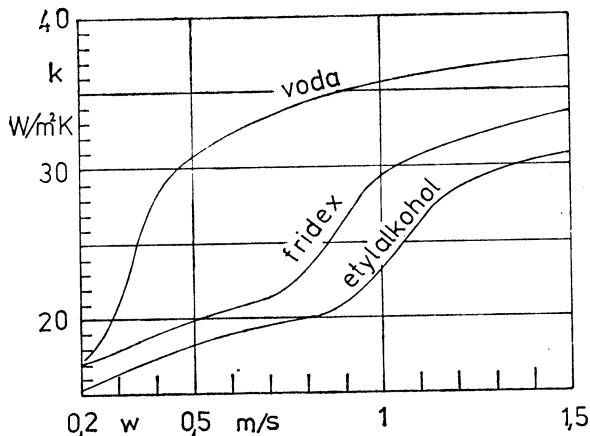
Z tohoto výpočtu vyplývá, že při běžných rychlostech proudění, 0,6 až 1,2 m/s bude přestup tepla u tekutin se sníženou teplotou tuhnutí jen 26 až 47 % hodnot pro vodu. Snížení součinitelů prostupu tepla je podstatně menší.

2. VLIV PŘENOSU TEPLA NA ÚČINNOST SOUSTAVY A CELKOVÉ ÚSPORY

Pro výpočet byly použity autorem dříve publikované [6] závislosti, které byly přizpůsobeny současně platným předpisům a cenám energií. Dále je proveden číselný příklad pro získání názorné představy. Tento příklad má však význam pouze informativní. Pro každý případ by bylo třeba provést konkrétní řešení při respektování příslušných tepelných vlastností použité tekutiny. Výsledky jsou však závažné a ukazují význam správného dimenzování vodních cest a oběhového čerpadla. Nesprávné dimenzování může způsobit i celkový záporný efekt.

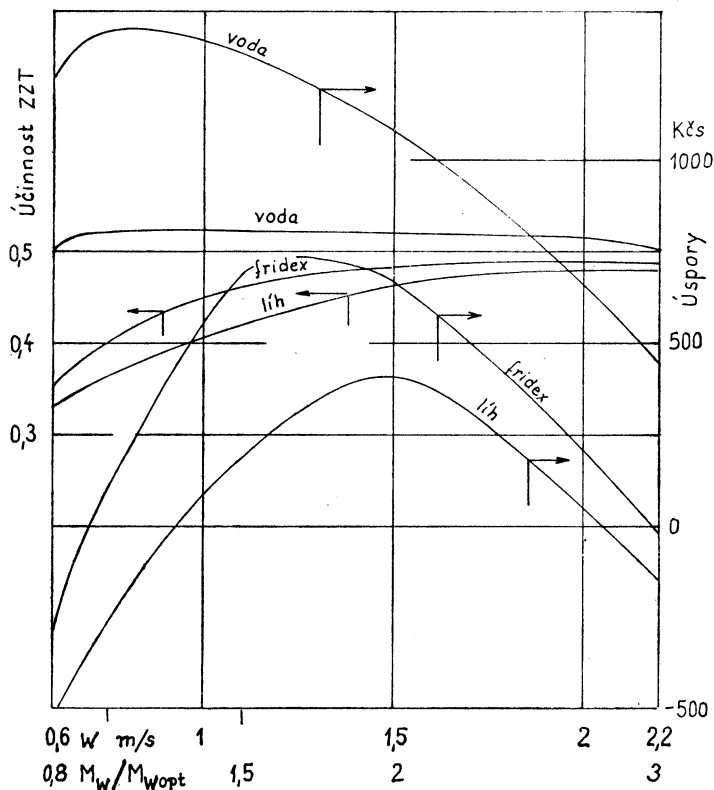
Číselný výpočet byl proveden za těchto předpokladů:

- výměníky na vstupu a výstupu vzduchu byly voleny KDKR 040, šestiřadé,
- průtok vzduchu na vstupu i výstupu 1 m³/s,
- cena tepla 241,90 Kčs/MWh, cena proudu 0,592 Kčs/kWh,
- cena zařízení celkem 32 210 Kčs,
- životnost 15 roků, amortizace 5 %,
- počet hodin provozu za rok 4000, z toho je využívání funkce získávání tepla 2200 hodin,
- střední rozdíl teplot v době využívání je 15 K.



Obr. 3. Prostup tepla pro lamelovanou trubku definovanou v textu za stejných podmínek jako obr. 2.

Pro zhodnocení byl použit autorův program. Nejdůležitější výsledky jsou znázorněny na obr. 3. Zde jsou též zakresleny účinnosti ZZT při různých průtočných rychlostech vody, fridexu a etylalkoholu. Teoreticky optimální hodnota pro vodu je při průtoku $M_W/M_{Wopt} = 1$ (v daném příkladě to odpovídá rychlosti proudění vody 0,7 m/s). Pro vodu je to přibližně splněno. U fridexu a etylalkoholu účinnosti ZZT stoupají v celém zakresleném rozsahu diagramu. Tyto účinnosti ϵ jsou při rychlostech pod 1,5 m/s podstatně menší než pro vodu. Rychlosti proudění nad 1,5 m/s nejsou již reálné, protože náklady na provoz oběhového čerpadla neúměrně stoupají. Ekonomická optima jsou maxima zakreslených křivek, které ukazují celkový ekonomický efekt. U vody je to v tomto případě v oblasti rychlostí 0,7 až 0,8 m/s, u fridexu kolem 1,2 m/s, u etylalkoholu kolem 1,5 m/s. Při tom celkové úspory jsou použitím roztoků značně ovlivněny, např. u fridexu je celkový zisk jen poloviční proti vodě (za jinak stejných podmínek). Při zachování stejných rychlostí proudění těchto tekutin jako pro vodu může být celková bilance i záporná (náklady jsou větší než zisky).



Obr. 4. Účinnost soustavy ZZT podle příkladu pro vodu, fridex a etylalkohol v závislosti na rychlosti proudění kapalin a celkové úspory za stejných podmínek.

3. ZÁVĚRY

Při dimenzování zařízení pro zpětné využívání tepla s lamelovými výměníky s teplotnosnou kapalinou s nižší teplotou tuhnutí je třeba počítat se skutečnými vlastnostmi použité kapaliny. Je třeba si uvědomit, že výsledný efekt je značně menší než při použití samotné vody. Tuto okolnost způsobuje jednak menší celková účinnost soustavy, ale hlavně vyšší spotřeba energie pro oběh kapaliny (např. při dvojnásobné rychlosti by při stejném průtoku byly náklady na provoz čerpadla přibližně čtyřnásobné, protože však zůstávají zachovány vodní cesty, je při dvojnásobné rychlosti průtok dvojnásobný, tedy náklady na provoz čerpadla jsou osminásobné za předpokladu stejného součinitele tření potrubí, stejné účinnosti čerpadla a elektromotoru. Vzhledem k vyšším viskozitám bude však větší i součinitel tření, takže příkon čerpadla může být i desetnásobný proti vodě.

Z těchto důvodů je účelné, aby koncentrace tekutin byla co nejmenší s tím, že se provedou jiná opatření proti zamrznutí systému (snad by stačily koncentrace odpovídající teplotě tuhnutí $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Je však možná i kombinace s přehříváním vody. Po tepelné stránce se jeví glykol (hlavní součást fridexu) jako nejvýhodnější, etylalkohol je mírně horší, glycerin (není zde uváděn) je podstatně horší.

Pro úplnost uvádím, že by se situace poněkud zlepšila, kdyby bylo možno upravit vodní cesty tak, aby byla zachována potřebná rychlost, ale aby nebylo nutné zvětšovat průtok vody (jak to umožňují výměníky vyráběné v závodě JANKA). Z rozboru vyplynulo, že z důvodů celkové efektivity je třeba vodním cestám věnovat mimořádnou pozornost (včetně provedení několika alternativních výpočtů).

LITERATURA

- [1] Fridex Spolana, nemrzoucí kapalina na bázi glykolu. Technicko-informační servis k. p. Spolana Neratovice.
- [2] *Vargaftik, N. B.*: Spravočnik po téplofizičeskim svojstvám gazov i židkostěj. Gos. iz. fiz. mat. liter. Moskva 1963.
- [3] *Perelman, W. I.*: Taschenbuch der Chemie. VEB Berlin 1956.
- [4] *Hausen H.*: Wärmeübertragung im Gegenstrom, Gleichstrom und Kreuzstrom. Springer Verlag Berlin 1976.
- [5] *Michejev, M. A., Michejeva I. M.*: Kratkij kurs téplopředači. Gosenergoizdat Moskva 1961.
- [6] *Chyjský J.*: Rekuperační výměníky pro zpětné využívání tepla z odváděného vzduchu ve vzduchotechnice. ZTV 1979 str. 265—272, pokračování ZTV 1980, str. 291—297.

ВЛИЯНИЕ ТИПА ЯВЛЯЮЩЕЙСЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ЖИДКОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА

Доц. Инж. Ярослав Хиски, к. т. н.

В статье описывается влияние являющейся теплоносителем жидкости на теплопередачу в трубах при ламинарном и переходном течении с учетом влияния свободной конвекции. Результаты применены у пластинчатых ребристых поверхностей теплообменников рекуперативных систем, у которых анализируется полный к. п. д. и экономия, которой достигается при эксплуатации с водой, Фридексом и раствором эталона.

INFLUENCE OF A LIQUID HEAT CARRIER ON PLATE HEAT RECUPERATORS

Doc. Ing. Jaroslav Chyský, CSc.

Influence of a heat carrier on heat transfer in tubes during laminar and transient flowing in conditions of free convection is discussed in the article. Results are applied in a case of plate heat recuperators, where the total efficiency and savings gained during operation with water, Fridex and methyl alcohol solution are analysed there.

EINFLUSS DER WÄRMETRAGENDE FLÜSSIGKEITSART AUF DIE EFFEKTIVITÄT DER LAMELLENAUSTAUSCHER FÜR DIE WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Doz. Ing. Jaroslav Chyský, CSc.

Im Artikel beschreibt man den Einfluss eines Wärmeträgers auf den Wärmeübergang in den Rohren bei der Laminar- und Übergangsströmung unter Berücksichtigung des Einflusses der freien Konvektion. Die Ergebnisse sind bei den Lamellenrippenaustauschern der Wärmerückgewinnungssysteme, bei denen die Toteffektivität und die erreichten Ersparnisse beim Wasser-, Fridex- und Äthylalkohollösungsbetrieb analysiert werden, angewendet.

INFLUENCE DE LA SORTE DU LIQUIDE DE TRANSFERT DE LA CHALEUR SUR L'EFFICACITÉ DES ÉCHANGEURS DE CHALEUR LAMELLÉS POUR LA RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

Doc. Ing. Jaroslav Chyský, CSc.

Dans l'article présenté, on décrit l'influence d'un agent de transfert de la chaleur sur la transmission de chaleur dans les tubes à l'écoulement laminaire et à l'écoulement de transition en considération de l'influence de la convection libre. Les résultats sont appliqués sur les ailettes lamellées des échangeurs du système de la récupération de chaleur où l'efficacité totale et les économies obtenues à l'exploitation avec l'eau, avec le réfrigérant Fridex et avec la solution de l'alcool sont analysées.

● Spektrální složení světla

umělých zdrojů je činitelem, zásadně rozhodujícím o kvalitě vizuálního prostředí — venkovního nebo vnitřního. První vyhodnocení provedl *prof. Krüthof* (publikováno 1941) a předpověděl celou řadu (tehdy) nových problémů v osvětlování, především psychologického charakteru. Byly z větší části dosud neznámé a prakticky — vzhledem k celkové situaci v oboru — ještě nepotřebné, byly však spojeny s nástupem nových zdrojů, nízkotlakých — zářivek — i vysokotlakých výbojek. Tyto od čtyřicátých let, kdy vstoupily do světelné techniky, se rychle rozrůstaly a tak byl předznamenán přesun od kvantity ke kvalitě.

V současnosti se k problému vracejí sovětská autoři *Lebedkova* a *Matvejev* (předtím to byl ještě náš *Khek*) na bázi nepoměrně širší a samozřejmě i hlubší (s ohledem na znalosti paralelních oborů) a z hlediska poznávání komplexnější (Svetotechnika 1982/11). Na základě provedených souborů pokusů roz-

vádějí kvantitativní vztahy mezi ukazateli podání barev, teploty barvy záření zdrojů a horizontálního osvětlení, navrhovanými pro vyjádření kvality světelného média (zvláště v obytných a společenských prostorech). Vzájemné vazby uvedených tří parametrů jsou nedělitelné, ačkoliv praxe z tohoto psychofyzilogického podkladu nevychází a důsledně parametry dělí a navzájem nekoriguje: podání barev má objektivní charakter, teplota barvy technicky (podle stavu) dosažitelné omezené možnosti a horizontální osvětlení svého průměrného pozorovatele.

Zdá se však, že nedostatkem výzkumu bude opomenutí zhodnocení rozsahu a dosahu vazeb v denním přírodním osvětlení a přihlednutí k existující škále podmínek — znalosti zákonitostí sdruženého osvětlení. Izolovaný přístup k problematice nedává zatím trvalejší uspokojivé výsledky. Výzkum by neměl být přerušen, zvláště když podmínky jeho realizace jsou tak dobré.

(LCh)

Ing. Dr. JAROSLAV NĚMEC, CSc. ZEMŘEL 20. 4. 1985

Ing. Dr. Jaroslav Němec, CSc., se narodil 5. října 1923 ve Vilémově u Golčova Jeníkova. Absolvoval reálné gymnázium v Čáslavi a abiturientský kurs na průmyslové škole v Praze. Až do skončení války pracoval jako rozhlasový technik v čs. rozhlasu, kde se rovněž aktivně zúčastnil bojů v revolučních květnových dnech 1945. Vystudoval elektrotechnickou fakultu ČVUT a stal se asistentem prof. J. B. Slavíka na katedře fyziky. Tam vznikl jeho zájem o akustiku. V roce 1951 přešel do nynějšího Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů a brzy se stal vedoucím právě vznikající skupiny technické akustiky s programem snižování hluku strojních zařízení.

V tomto oboru byl Dr. Němec uznávaným odborníkem nejen u nás, ale i v zahraničí. Za svoji úspěšnou vědeckou práci získal řadu čestných uznání a vyznamenání. Byl např. laureátem Ceny hlavního města Prahy (r. 1959), nositelem státní ceny NDR „Banner der Arbeit“ (r. 1982), nositelem vyznamenání MLR „Pro silencio“ (r. 1983) apod. Publikoval desítky článků v odborném tisku a jeho práce jsou často citovány na mezinárodních konferencích. Svoje bohaté zkušenosti ochotně předával mladším spolupracovníkům, ať už na svém pracovišti, nebo jako lektor v kursech Domu techniky a v rámci postgraduálního studia na ČVUT.

Byl členem pracovních skupin ISO a vládním zmocněncem pro úkol RVHP „Boj s hlukem a vibracemi“. Rovněž jeho činnost v oblasti tvorby norem byla bohatá.

Od vzniku ČSVTS se aktivně zúčastnil práce při zakládání celostátní odborné skupiny „Hluk a akustika prostředí“, jejímž byl dlouholetým předsedou.

Po řadu let byl rovněž členem českého výboru komitétu pro životní prostředí ČSVTS a od vzniku časopisu Zdravotní technika a vzduchotechnika členem jeho redakční rady.

Za tuto svou činnost obdržel nejvyšší členská vyznamenání—Pamětní plaketu ČSVTS „Za obětavou práci v oblasti vědy a techniky“ a Čestné členství ČSTVS.

Komitét pro životní prostředí ČSVTS a redakční rada ZTV ztrácejí odchodem Dr. Němce obětavého spolupracovníka, člověka širokého odborného rozhledu, který dovedl vždy zaujmout odborně správné stanovisko a přesně formulovat cíle, k jejichž dosažení směřoval svou prací a pro něž dokázal získat své spolupracovníky. Přitom Dr. Němec byl člověk skromný, laskavý, s přirozenou autoritou založenou na svých vědomostech a charakterových vlastnostech.

Jeho odchod znamená pro naši organizaci i pro celý obor techniky prostředí velkou ztrátu.

Světlou památku Dr. Němce zachováme trvale ve svých srdcích.

Redakční rada ZTV

**ČV komitétu pro životní
prostředí ČSVTS**

PLOŠNÝ ZDROJ ZVUKU

ING. PAVEL JANEČEK

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, Praha

Článek se zabývá problematikou stanovení rozložení zvukového pole od modelového plošného zdroje zvuku. Z odvozené rovnice pro kvadrát akustického tlaku od plošného zdroje zvuku, která obsahuje neprimitivní integrál, je získán numerickou kvadraturou soubor dat. Tento soubor je podkladem pro stanovení regresní funkce, která v širokém rozmezí rozměrů plošných zdrojů zvuku i vzdáleností přijímače od zdroje aproximuje hodnoty získané kvadraturou. Přitom maximální chyby regrese nepřesáhnou $+0,8$; $-0,5$ dB.

Recenzovala: Doc. Ing. V. Chalupová, CSc.

1. ÚVOD

Při výpočtech v akustice jsme nuceni provádět substituci skutečných zdrojů zvuku, které nemůžeme matematicky přesně popsat, zdroji modelovými. Známými příklady modelových zdrojů zvuku jsou např. bodový monopólní zdroj, liniový zdroj konečné a nekonečné délky, plošný zdroj. Ve stavební a prostorové akustice se často setkáváme s požadavkem stanovit rozložení zvukového pole od zdrojů, které mají velkou vyzařovací plochu a které nahrazujeme plošným zdrojem zvuku. Jsou to případy vyzařování zvuku v interiérech i exteriérech takovými prvky jako jsou otvory, okna, dveře, tenké přičky atd.

Při aplikaci modelového zdroje zvuku v těchto případech je obvykle základním předpokladem, že reálný zdroj zvuku může být uvažován jako nekonečně mnoho bodových monopólních zdrojů zvuku, které jsou umístěny spojitě na povrchu plošného zdroje a vyzařují zvukovou energii polokulově s náhodnou fází, takže vlnová podstata může být zanedbána. Akustická intenzita v bodě příjmu je za těchto předpokladů získána integrací zvukové energie vyzařované z každého bodu.

Problém stanovení zvukového pole od modelového plošného zdroje zvuku je předmětem řady prací, z nichž dominantní jsou [1]–[3]. Současné požadavky a způsoby výpočtů, tj. především využití prostředků výpočetní techniky však vyžadují zpracování odlišných postupů, než bylo publikováno. Cílem tohoto příspěvku je získání analytického výrazu pro popis zvukového pole plošného zdroje zvuku.

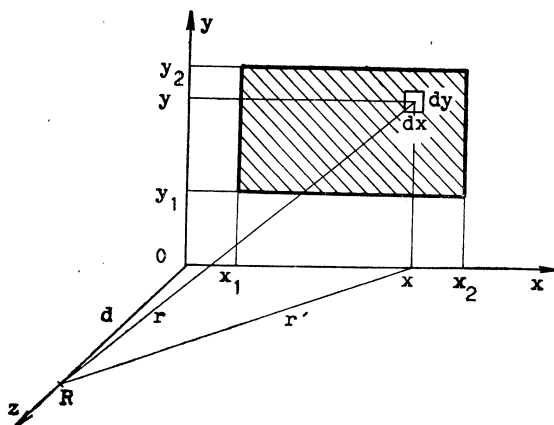
2. ROZBOR PUBLIKOVANÝCH PRACÍ

Nechť zdrojem zvuku je pravoúhlá plocha s rozměrem $a = x_2 - x_1$, $b = y_2 - y_1$, přičemž $a \geq b$. Zaveďme v prostoru pravoúhlou kartézskou kladně orientovanou souřadnou soustavu tak, že zdroj zvuku leží v rovině $z = 0$, přičemž osa z prochází místem příjmu R . Vzdálenost místa příjmu od počátku souřadné soustavy je d (obr. 1). Akustický výkon zdroje zvuku je P .

Vytkneme-li v bodě x, y element plošného zdroje $dx dy$, pak tento elementární zdroj zvuku vytvoří — při splnění výše uvedených předpokladů — v místě příjmu R kvadrát akustického tlaku

$$dp^2 = \frac{P \rho c \, dx \, dy}{2\pi r^2 ab}, \quad (1)$$

- kde p je efektivní hodnota akustického tlaku [Pa],
 P — akustický výkon zdroje zvuku [W],
 ρ — hustota vzduchu [kgm^{-3}],
 c — rychlost zvuku [ms^{-1}],
 r — vzdálenost elementárního zdroje zvuku $dx \, dy$ a místa příjmu [m],
 a — rozměr zdroje zvuku ve směru x [m],
 b — rozměr zdroje zvuku ve směru y [m].



Obr. 1. Situace plošný zdroj zvuku — přijímač.

Akustický tlak v místě R od celého plošného zdroje zvuku je pak dán výrazem

$$p^2 = \frac{P \rho c}{2\pi ab} \int_{x_1}^{x_2} \int_{y_1}^{y_2} \frac{1}{d^2 + x^2 + y^2} dx dy. \quad (2)$$

Rahe ve své práci [1] uvažuje zjednodušený případ, kdy místo příjmu je umístěno na normále k rovině $z = 0$ konstruované v geometrickém středu plošného zdroje zvuku. Při řešení integrálu zavádí substituce goniometrickými funkcemi

$$x = d \cdot \text{tg } \alpha, \quad (3)$$

$$y = d \cdot \text{tg } \beta, \quad (4)$$

$$r' = \frac{d}{\cos \alpha}, \quad (5)$$

$$r = \frac{r'}{\cos \beta}. \quad (6)$$

Z rovnic (4) až (6), popřípadě z obr. 1 plyne, že jejich současná platnost je možná pouze za předpokladu

$$r' = d, \quad (7)$$

tj. pro velké vzdálenosti místa příjmu od zdroje zvuku ve srovnání s jeho rozměry. Při splnění této podmínky lze pak odvodit i uzavřené řešení integrálu (2).

Maekawa [2] upravuje dále rovnice (1) tak, že zavádí $x_1 = y_1 = 0$, $x_2 = a$, $y_2 = b$ a zavádí substituce $X = \frac{x}{d}$, $Y = \frac{y}{d}$. Pak tedy

$$p^2 = \frac{Pqc}{2\pi ab} \int_0^{\frac{a}{d}} \int_0^{\frac{b}{d}} \frac{1}{1 + X^2 + Y^2} dX dY. \quad (8)$$

Část rovnice (8) představující dvojný integrál pak znázorňuje v grafické podobě pro rozsah proměnných $\frac{a}{d}$; $\frac{b}{d} \in \langle 0, 7 \rangle$.

3. UZAVŘENÉ ŘEŠENÍ

Práce [1], [2] neposkytují dostatečné podklady pro výpočty zvukového pole od plošného zdroje zvuku. Rovnice odvozená v [1] má velmi omezenou platnost, grafy uvedené v [2] pak platí pro nedostatečný rozsah parametrů výpočtu. Navíc v poslední době dáváme častěji přednost analytickému vyjádření před grafickým.

Vraťme se proto k řešení rovnice (8). Integrací podle Y dostaneme

$$p^2 = \frac{Pqc}{2\pi ab} \int_0^{\frac{a}{d}} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + X^2}} \operatorname{arctg} \frac{\frac{b}{d}}{\sqrt{1 + X^2}} \right] dX. \quad (9)$$

Integraci (9) podle X nelze provést přímo, musíme přistoupit k přibližnému výpočtu uvedeného určitého integrálu. Užijeme tzv. metody numerické kvadratury, která spočívá v tom, že integrovanou funkci nahradíme přibližně funkcí jednodušší, např. lomenou čarou, polynomem atd. Jako výhodné se ukazuje užití Simpsonova vzorce [4], který patří do třídy Newtonových—Cotesových kvadrturních vzorců. Chyba integrace E je dána

$$E = -\frac{\alpha^5}{180n^4 \cdot d^5} \cdot f^{(IV)}(\zeta), \quad (10)$$

kde n je počet subintervalů integrace (sudé číslo) [—],
kde $f^{(IV)}(\zeta)$ — čtvrtá derivace integrované funkce,

$$\zeta \in \left(0, \frac{a}{d}\right).$$

Nalezení čtvrté derivace funkce f je velmi komplikované. Proto užijeme jednodušší metodu. Budeme zvětšovat počet subintervalů tak dlouho, až se počet desetinných míst odpovídajících žádané přesnosti stabilizuje ve dvou následujících aproximacích. Rozsah horní meze integrace uvažujeme na základě analýzy praktických požadavků v rozsahu $\frac{a}{d} \in \langle 10^{-3} - 10^2 \rangle$. Stejně hodnoty pak uvažujeme pro parametr $\frac{b}{d}$, který je v integrandu (9).

Stanovené hodnoty integrálů v daném intervalu parametrů $\frac{a}{d}, \frac{b}{d}$ jsou výchozími hodnotami pro vytvoření regresní funkce. Předpokládáme dále, že v prostoru je dáno m^2 -bodů $X_1, Y_1, Z_{11}; X_1, Y_2, Z_{12}; X_2, Y_1, Z_{21}; X_2, Y_2, Z_{22}; \dots; X_m, Y_m, Z_{mm}$, přitom dvojice $X_1 Y_1; \dots; X_m Y_m$ jsou pevně dané hodnoty proměnné X, Y . Hodnoty Z_{11}, \dots, Z_{mm} jsou získány numerickou integrací. Nechť mezi proměnnými platí funkční vztah

$$Z = F(X, Y, a_1, a_2, \dots, a_p), \quad (11)$$

kde F je neznámý funkční vztah,
 a_i — parametry funkce $i = 1, 2, \dots, p < m$.

Neznámou funkci F nahradíme zvolenou funkcí F' , která bude aproximací F a tedy bude platit

$$Z = F'(X, Y, a'_1, a'_2, \dots, a'_p) + e, \quad (12)$$

kde F' je regresní funkce,
 e — chyba aproximace,
 a'_i — parametry regresní funkce $i = 1, 2, \dots, p < m$.

Při prokládání bodů $X_1, Y_1, Z_{11}; \dots; X_m, Y_m, Z_{mm}$ požadujeme, aby regresní plocha co nejlépe přiléhala k těmto bodům. K určení koeficientů a'_1, \dots, a'_p regresní funkce aplikujeme metodu nejmenších čtverců, přitom obvyklé absolutní posuzování nahradíme posuzováním relativním, které je pro řešený případ výhodnější. To znamená, že stanovujeme parametry regresní funkce F' z podmínky

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \left[\frac{Z_{ij} - F'(X_i, Y_j, a'_1 \dots a'_p)}{Z_{ij}} \right]^2 = \min. \quad (13)$$

Tvar funkce F' volíme ve tvaru

$$F' = a'_1 \operatorname{arctg}(X) \cdot \operatorname{arctg}(Y) + a'_2 \operatorname{arctg}(a'_3 \cdot X) \operatorname{arctg}(a'_3 \cdot Y) \quad (14)$$

a řešením dostáváme

$$a'_1 = 0,925, \quad (15)$$

$$a'_2 = 1,77, \quad (16)$$

$$a'_3 = 0,12. \quad (17)$$

Neboli kvadrát akustického tlaku od plošného zdroje zvuku s rozměry a, b je ve vzdálenosti od zdroje d dán

$$p^2 = \frac{P_0 c}{\pi a \cdot b} \left[0,463 \operatorname{arctg}\left(\frac{a}{d}\right) \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{b}{d}\right) + 0,885 \operatorname{arctg}\left(\frac{3a}{25d}\right) \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{3b}{25d}\right) \right]. \quad (18)$$

4. ZÁVĚR

Využitím metod numerické matematiky, a to konkrétně numerické kvadratury a regrese byl nalezen aproximativní vztah pro výpočet zvukového pole od ploš-

ného zdroje zvuku. Vztah platí v rozmezí parametrů $\frac{a}{d}$, $\frac{b}{d} \in \langle 10^{-3}, 10^2 \rangle$

s maximálními chybami regrese $+0,8$; $-0,5$ dB. Vyhovuje tedy pro většinu praktických úloh, jak z hlediska rozsahu parametrů, tak i z hlediska možné chyby. Užijeme-li metody členění plochy zdroje zvuku, jak je popsána v [2], lze vztah (18) užít pro libovolnou geometrickou konfiguraci zdroj—přijímač.

V článku je analyzován pouze jediný mechanismus, který vede k poklesu akustického tlaku se vzdáleností od zdroje zvuku. Při řešení konkrétních případů je pak obvykle nutno zahrnout do výpočtu další mechanismy, které významně ovlivňují šíření zvuku, jako např. útlum zvuku ve vzduchu způsobený pohlcováním, útlum překážkami na cestě šíření.

LITERATURA

- [1] *Rathe, E. J.*: Note on Two Common Problems of Sound Propagation. *J. Sound and Vibration*, 10, 1969, č. 3., s. 472—479.
- [2] *Maekawa, Z.*: Noise Reduction by Distance from Sources of Various Shapes. *Applied Acoustics*, 3, 1970, č. 3, s. 225—238.
- [3] VDI 2571. Schallabstrahlung von Industriebauten. 1976.
- [4] *Ralston, A.*: Základy numerické matematiky, 1. vyd., Academia Praha 1978.

ПЛОСКИЙ ИСТОЧНИК ЗВУКА

Инж. Павел Янечек

Статья занимается проблематикой распределения звукового поля от модельного плоского источника звука. Из производного уравнения для квадрата звукового давления от плоского источника звука, которое содержит непримитивный интеграл, получена численной квадратурой совокупность данных. Эта совокупность основанием для определения регрессивной функции, которая в широком диапазоне размеров плоских источников звука и дистанций приемника от источника аппроксимирует данные, которые были получены квадратурой. Максимальные ошибки притом не превышают $+0,8$; $-0,5$ dB.

THE AREAL SOUND SOURCE

Ing. Pavel Janeček

The article deals with questions of sound field distribution determination near a model areal sound source. From the derived equation for the acoustic pressure quadrat from the areal sound source, containing the non-primitive integral, the data complex is gained by means of the numerical quadrature. This complex is the basis for a regressive function which approximates values gained by the quadrature in a wide extent of area sound sources, dimensions and distances of the receiver from the source. Maximum mistakes in regression at the same time will not exceed $+0,8$; $-0,5$ dB.

FLÄCHENSCHALLQUELLE

Ing. Pavel Janeček

Der Artikel beschreibt das Problem der Bestimmung der Verteilung des Schallfeldes von der Modellflächenschallquelle. Aus der abgeleiteten Gleichung für das Quadrat des akustischen Drucks von der Flächenschallquelle, die das nichtprimitive Integral beinhaltet, ist der Datensatz durch die numerische Quadratur gewonnen. Dieser Satz bildet eine Grundlage zur Bestimmung der Regressionsfunktion, die im breiten Bereich der Abmessungen

der Flächenschallquellen und der Entfernungen eines Empfängers von der Quelle die durch die Quadratur gewonnenen Werte approximiert. Die Maximalregressionsfehler gehen dabei nicht über +0,8; -0,5 dB.

SOURCE SONORE PLANE

Ing. Pavel Janeček

L'article présenté décrit le problème de la détermination de la distribution du champ sonore de la source sonore plane modélisée. De l'équation déduite pour le carré de la pression acoustique d'une source sonore plane qui comprend l'intégrale non-primitive, la synthèse des données est obtenue par la quadrature numérique. Cette synthèse forme une base pour la détermination de la fonction régressive qui estime par approximation les valeurs obtenues par la quadrature dans l'étendue large des dimensions des sources sonores planes et des distances d'un récepteur sonore. Les erreurs de régression maximaux ne dépassent pas +0,8; -0,5 dB.

● Rušení předradníky zářivek

V klasickém provedení dalo vzniknout praxi, že v řadě prostorů s velmi citlivým přístrojovým vybavením (operační sály, ARO aj.) se tyto ze svítidel vyjmají a osazují samostatně mimo daný prostor (např. u rozvaděče). Ve světě se však rychle rozšiřují předradníky elektronické, miniaturizované. Na jejich vývoj se váže vznik nových generací energeticky úsporných zdrojů umělého světla.

Svítidla s oběma typy byla prověřována v NSR (Licht 11/83) na operačních sálech jedné nemocnice. Potřebná měření byla uskutečněna podle platných DIN na elektrokardiografu s citlivostí 20 mm/mV (přitom může činit max. amplituda při EKG 8 mm a při EEG 4 mm). Pro elektronické předradníky vyšlo, že je lze ponechat u svítidel, protože:

- ve vzdálenosti 200 mm od svítidel je hodnota rušivého napětí již pod povolenou úroveň,
- technické úpravy instalace ani stavba nepodmiňují možný vzestup, naopak ochrana el. zařízení v daném prostoru a v sousedství pokles rušení podporují (pásmo rušení se vzdaluje od povrchu operačního ního stolu).

Elektronické předradníky zajišťují provoz osvětlovacího zařízení prakticky bez rušení podle podmínek prostoru. Protože nároky přístrojově bohatě vybavených pracovišť vzrůstají, je zavádění elektronických předradníků technologicky i ekonomicky závažným požadavkem.

(LCh)

● ČSN 14 0110 Názvosloví chladicí techniky

S účinností od 1. října 1984 byla vydána novelizovaná čs. státní norma, která stanoví odborné české a slovenské názvosloví používané v oboru chladicí techniky, tj. ve vědním a technickém oboru, zabývající se dosahováním, udržováním a využíváním teplot nižších než je teplota okolí. Pro informaci je norma doplněna odpovídajícími názvy v jazyce anglickém, francouzském, německém a ruském, které nemají povahu normalizovaného názvosloví. Rovněž vymezení pojmu (definice) není předmětem normy a je pouze pomůckou a vysvětlením.

Norma obsahuje všeobecné názvy, názvy některých veličin, základní názvy celků a částí chladicích zařízení a názvy související s provozem a téměř tisíc názvoslovných pojmů je rozděleno do deseti skupin: 0. Základní pojmy a měřidla, 1. Výroba chladu, teorie a výpočty, 2. Stroje a výstroj k výrobě chladu, 3. Sdílení tepla, 4. Regulace a bezpečnostní zařízení, 5. Rozvod chladu, 6. Chlazení a klimatizace vzduchu, 7. Izolace, 8. Chladicí zařízení, a 9. Využití chladu.

Zpracovatelem obsažné 70 stránkové novelizované normy je CHEPOS GR Brno, Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky, Hradec Králové, pracoviště Praha 5 a nahrazuje předchozí vydání z roku 1972 v celém rozsahu.

(Tes)

VÝPOČET ČINITELE DENNÍ OSVĚTLENOSTI e_c^Δ MÍSTNOSTÍ S BOČNÍMI OSVĚTLOVACÍMI OTVORY KAPESNÍM KALKULÁTOREM TI-59 A TISKÁRNOU

ING. KAREL SYROVÝ

Stavoprojekt, Brno

Příspěvek rozvádí možnosti využití programovatelného kalkulátoru TI-59 s tiskárnou PC-100 C. Program po vložení dat, popisujících geometrickou a světelně technickou situaci posuzovaného prostoru vypočte odraznou složku činitele denního osvětlení, jeho oblohovou složku a nakonec celkovou hodnotu tohoto činitele, a to nejvýše od sedmi osvětlovacích otvorů pro jeden posuzovaný bod srovnávací roviny nebo pro pravidelnou síť posuzovaných bodů postupným výpočtem. Výpočet pro jeden osvětlovací otvor a jeden posuzovaný bod trvá jednu minutu.

Recenzoval: Ing. arch. Ladislav Chalupský

Současná situace, charakterizovaná snahou o lepší řešení světelně technické pohody prostředí, neustále vyžaduje zajistit na kvalitativně i kvantitativně vyšší úrovni výpočet činitele denní osvětlenosti interiérů. Na základě tohoto tlaku byl zpracován program pro kapesní kalkulátor TI-59 s tiskárnou PC-100 C, který řeší výše uvedenou problematiku.

Cílem tohoto příspěvku není doložení dokumentace programu, nýbrž poukázat na jeho možnosti, které jsou limitovány na jedné straně schopnostmi použití výpočetní techniky a na druhé straně potřebami uživatele. Hlavní potřeby uživatele jsou: obsazení největší možné šířky výpočetní oblasti a minimální pracnost při vlastním výpočtu. Koncepce programu byla pochopitelně vedena snahou o maximální využití schopností kalkulátoru TI-59 a o maximální splnění požadavků uživatele.

Program umožňuje výpočet celkové hodnoty činitele denní osvětlenosti e_c^Δ , který je tvořen součtem jeho odrazné složky $e_{e,\min}$ a jeho oblohové složky e_o^τ , podle [4], [5].

Odrazná složka je určena pomocí matematického modelu podle lit. [1]. Výpočet je tedy vhodný pouze pro případ bočního osvětlení místností.

Pro výpočet oblohové složky e_o^τ , jsou použity vzorce z lit. [2], [5], které vycházejí ze vztahů uvedených v lit. [1]. Jejich matematický model je pro použití tohoto programu formálně upraven.

Superpozici obou složek $e_{e,\min}$ a e_o^τ , je určena celková hodnota činitele denní osvětlenosti e_c^Δ , pro požadovaný posuzovaný bod P srovnávací roviny.

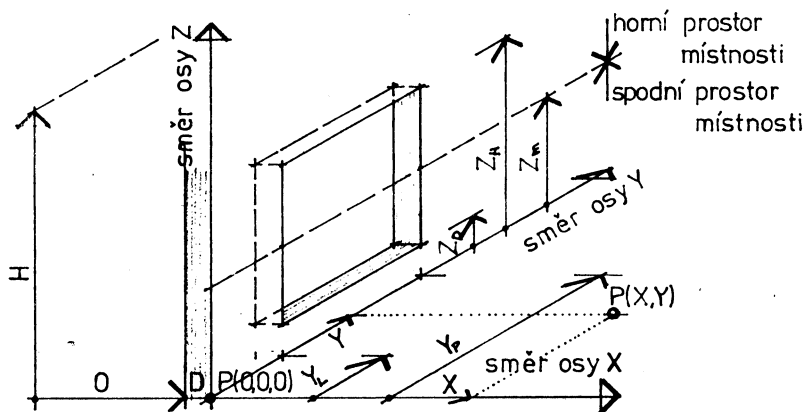
Program umožňuje výpočet e_c^Δ , maximálně od sedmi osvětlovacích otvorů, ležících v jedné rovině, přičemž výpočet respektuje vliv tloušťky obvodové konstrukce. Program sám kontroluje, zda nebyl překročen dovolený počet osvětlovacích otvorů $n \leq 7$ a bere ohled na vliv zastínění všech osvětlovacích otvorů stejně vysokou protilehlou překážkou. Pokud je výška zastínění nekonstantní, je nutno určit její hodnotu váženým průměrem.

Program je koncipován tak, aby uživatel mohl přímo z nezbytně nutné výkresové

dokumentace (půdorys, řez, situace) zadávat jednoznačně vstupní hodnoty, které jsou okamžitě dokladovány tiskem.

Vstupními údaji pro výpočet jsou dále uváděné hodnoty:

1. Identifikační text řešené úlohy.
 2. Identifikace posuzované budovy určená číslem zakázky a místnosti.
 3. Charakteristiky osvětlovacích otvorů, tvořené
 - 3.1. geometrickými parametry osvětlovacího otvoru, pro něž je nutno dodržet dohodnutou konvenci souřadnicového systému X, Y, Z viz obr. 1.
- rozměr Z_D [m] je souřadnice ve směru osy Z , určující vzdálenost mezi srovnávací rovinou a dolní hranou osvětlovacího otvoru,



Obr. 1. Konvence souřadnicového systému XYZ pro vstupní parametry osvětlovacího otvoru, zastínění a souřadnic posuzovaného bodu

- rovina XY = srovnávací rovina obsahující posuzovaný bod $P(X, Y)$
- rovina YZ = rovina osvětlovacích otvorů

$$z_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} \left[(Y_{P,i} - Y_{L,i}) \times (Z_{H,i} - Z_{D,i}) \times \frac{Z_{H,i} + Z_{D,i}}{2} \right]}{\sum_{i=1}^{i=7} [(Y_{P,i} - Y_{L,i}) \times (Z_{H,i} - Z_{D,i})]} \text{ [m]}$$

— rozměr Z_H [m] je souřadnice ve směru osy Z , určující vzdálenost mezi srovnávací rovinou a horní hranou osvětlovacího otvoru.

Poznámka: pro uvedené parametry musí platit podmínka $Z_H > Z_D$ a současně $Z_D \geq 0$!

— rozměr RAM [m] udává tloušťku konstrukce okenního rámu v rovině osvětlovacího otvoru.

Poznámka: pro uvedený parametr musí platit podmínka $RAM \geq 0$!

— rozměr Y_L [m] je souřadnice ve směru osy Y , určující vzdálenost mezi počátkem souřadnicového systému a levou hranou osvětlovacího otvoru,

— rozměr Y_P [m] je souřadnice ve směru osy Y , určující vzdálenost mezi počátkem souřadnicového systému a pravou hranou osvětlovacího otvoru.

Poznámka: pro uvedené parametry musí platit podmínka $Y_P > Y_L$!

3.2. světelné technickými parametry, zeslabujícími účinek oblohové složky e_a^* :

— TAU_1 [—] je číselný normálový světelné propustnosti úplně čistých zasklivačích materiálů.

— TAU_2 [—] je číselný zeslabení světelné propustnosti osvětlovacího otvoru vlivem rozměru RAM , tj. vlivem neprůsvitných konstrukčních prvků okna.

Poznámka: výpočet této hodnoty zajistí program!

— $TAU\ 3$ [—] je činitel znečištění zasklených ploch.

— $TAU\ 4$ [—] je činitel, zohledňující zastínění vlivem přítomnosti interiérových stínících konstrukcí.

3.3. tloušťkou obvodové konstrukce:

— rozměr D [m] udává tloušťku zdiva, tvořící hloubku ostění.

Poznámka: uvedený parametr je konstantní pro všechny osvětlovací otvory!

4. Světelné technické charakteristiky interiéru a exteriéru, tvořené

4.1. parametry zastínění:

— rozměr O [m] je souřadnice ve směru osy X , určující vzdálenost mezi venkovním lícem obvodové konstrukce budovy a kolmým průmětem stínící hrany do roviny XY .

Poznámka: pokud zastínění neexistuje, vkládá se pro tento parametr symbolická nula!

— rozměr H [m] je souřadnice ve směru osy Z , určující vzdálenost mezi rovinou XY a stínící hranou.

Poznámka: pokud zastínění neexistuje, tato hodnota se nekládá!

4.2. světelné technickými parametry okenní stěny:

— její dílčí plocha S_{os} [m²] určená součinem svých stran a , b ,

— q_{os} [—] je součinitel odrazu příslušné plochy S_{os} okenní stěny.

Poznámka: program zajistí výpočet po ploše váženého průměru součinitele odrazu \bar{q}_{os} okenní stěny! Nevkládají se plochy osvětlovacích otvorů!

4.3. světelné technickými parametry spodní části místnosti:

— její dílčí plocha S_s [m²] určená součinem svých stran a , b ,

— q_s [—] je součinitel odrazu příslušné plochy S_s spodní části místnosti.

Poznámka: program zajistí výpočet po ploše váženého průměru hodnoty součinitele odrazu \bar{q}_s spodní části místnosti!

4.4. světelné technickými parametry horní části místnosti:

— její dílčí plocha S_h [m²] určená součinem svých stran a , b ,

— q_h [—] je součinitel odrazu příslušné plochy S_h horní části místnosti.

Poznámka: program zajistí výpočet po ploše váženého průměru hodnoty součinitele odrazu \bar{q}_h horní části místnosti! Rovněž tak i po ploše vážený průměr hodnoty součinitele odrazu celé místnosti \bar{q} !

4.5. světelné technickými parametry exteriéru:

— q_T [—] je součinitel odrazu terénu před rovinou osvětlovacích otvorů,

— q_F [—] je součinitel odrazu protistojící stínící překážky.

Poznámka: je nutno si uvědomit, že za oba součinitele se dosazují jejich průměrné hodnoty!

5. Souřadnice posuzovaných bodů, tvořené

5.1. sítí posuzovaných bodů

— údaj NX [—] určuje počet posuzovaných bodů ve směru osy X

Poznámka: parametr musí splňovat podmínku $NX \geq 2$!

— rozměr $X\ MAX$ [m] je souřadnice ve směru osy X , určující nejvzdálenější posuzovaný bod,

— rozměr $X\ MIN$ [m] je souřadnice ve směru osy X , určující nejbližší posuzovaný bod.

Poznámka: pro parametry platí vzájemná podmínka $X\ MAX > X\ MIN$! současně $X\ MAX > 0$, $X\ MIN > 0$!

— údaj NY [—] určuje počet posuzovaných bodů ve směru osy Y .

Poznámka: parametr musí splňovat podmínku $NY \geq 2$!

— rozměr $Y\ MAX$ [m] je souřadnice ve směru osy Y , určující nejvzdálenější posuzovaný bod,

— rozměr $Y\ MIN$ [m] je souřadnice ve směru osy Y , určující nejbližší posuzovaný bod.

Poznámka: pro parametry platí vzájemná podmínka $Y\ MAX > Y\ MIN$ a současně $Y\ MAX > 0$, $Y\ MIN \geq 0$!

5.2. jedním posuzovaným bodem:

— rozměr X [m] je souřadnice ve směru osy X posuzovaného bodu,

— rozměr Y [m] je souřadnice ve směru osy Y posuzovaného bodu.

Poznámka: Pro uvedené parametry platí podmínka $X > 0$, $Y \geq 0$!

Pro vložení všech nezbytně nutných vstupních hodnot program zajistí postupný výpočet a tisk výstupních hodnot následujícím způsobem:

6. tisk souřadnic posuzovaných bodů

X, Y

7. tisk odrazné složky $e_{e,\min}$ ERO
 8. tisk oblohové složky e_{τ}^{Δ} EO
 9. tisk činitele denní osvětlenosti e_{Δ}^{Δ} EC

Poznámka: v případě sítě posuzovaných bodů, program sám zajistí postupný výpočet a tisk výstupních hodnot pro všechny body!

Dobu t_c , nutnou pro výpočet celkové hodnoty činitele denní osvětlenosti, určíme ze vztahu

$$t_c = 15 + (m \times n) \quad [\text{min}] \quad (1)$$

kde 15 [min] je konstantní časový úsek, obsahující dobu nutnou pro vložení všech vstupních hodnot, výpočet interreflexní složky a manipulace se štítky při nahrávání programů.
Poznámka: tato doba je přímo závislá na počtu vkládaných světelně technických údajů exteriéru a interiéru.

m [—] je počet osvětlovacích otvorů,
 n [—] je počet posuzovaných bodů.

Pro ověření správnosti formální úpravy matematického modelu ve výpočtu oblohové složky e_{τ}^{Δ} je uveden srovnávací výpočet známé světelně technické kon-

Tab. 1. Vstupní a výstupní hodnoty porovnávacího výpočtu oblohové složky e_{τ}^{Δ} .

VÝPOČET DENNÍHO OSVĚTLENÍ			BOD P (X, Y)		
1.	CZ		5.00	X	
			0.00	Y	
			0.00	ERO	
			1.40	EO	
1.	CM		1.40	EC Δ	
VSTUPNÍ HODNOTY			BOD P (X, Y)		
5.00	ZD		10.00	X	
10.00	ZH		0.00	Y	
0.00	RAM		0.00	ERO	
4.00	YL		1.29	EO	
10.00	YP		1.29	EC Δ	
1.00	TAU2				
1.00	TAU1				
1.00	TAU3				
1.00	TAU4				
1.00	TAUN				
0.00	D		20.00	X	
			0.00	Y	
0.00	O		0.00	ERO	
0.00	H		0.39	EO	
0.00	Z		0.39	EC Δ	
			BOD P (X, Y)		

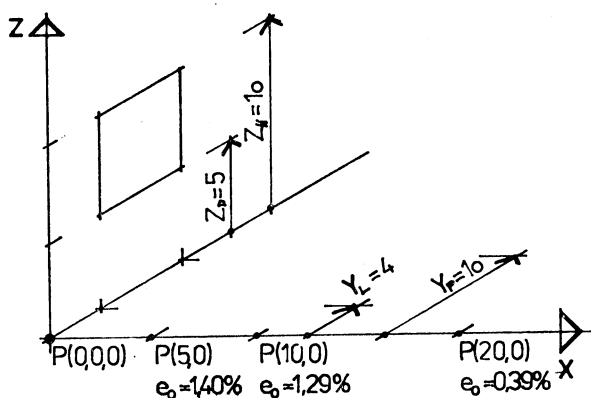
Tab. 2. Porovnání výpočtových hodnot oblohové složky e_{τ}^{Δ} podle lit. [1], [2], [3] a uvedeného programu

Posuzovaný bod	Lit. [1]	Lit. [2]	Lit. [3]	Program
P 5,0	1,40	1,40	1,40	1,40
P 10,0	1,29	1,29	1,29	1,29
P 20,0	0,38	0,39	0,39	0,39

Tab. 3. Vstupní a výstupní hodnoty výpočtu vzorového příkladu světelně technické situace podle obr. 3

VÝPOČET DENNÍHO OSVĚTLENÍ		0.60	RO	0.50	Y
		0.44	ROD	1.01	ERO
		45.00	S	0.42	EO
		0.70	RO	1.43	EC _Δ
2.	CZ	25.65	S		
		0.60	RO	2.00	X
1.	CM	0.66	ROH	2.50	Y
				1.01	ERO
VSTUPNÍ HODNOTY		0.54	RO.	1.99	EO
		0.20	ROT	3.00	EC _Δ
		0.40	ROF	2.00	X
0.10	ZD	4.52	ΣW	4.50	Y
2.20	ZH	185.15	ΣS	1.01	ERO
0.10	RAM			1.33	EO
2.00	YL	4.00	NX	2.35	EC _Δ
4.10	YP	4.00	XMAX	2.00	X
0.82	TAU2	1.00	XMIN	6.50	Y
0.90	TAU1	5.00	NY	1.01	ERO
0.70	TAU3	8.50	YMAX	0.55	EO
1.00	TAU4	0.50	YMIN	1.56	EC _Δ
0.52	TAUN				
0.50	D			2.00	X
		BOD P (X, Y)		8.50	Y
1.30	ZD			1.01	ERO
2.20	ZH	1.00	X	0.35	EO
0.10	RAM	0.50	Y	1.36	EC _Δ
6.60	YL	1.01	ERO	3.00	X
8.10	YP	0.22	EO	0.50	Y
0.67	TAU2	1.23	EC _Δ	1.01	ERO
0.90	TAU1			0.35	EO
0.70	TAU3	1.00	X	1.37	EC _Δ
1.00	TAU4	2.50	Y	3.00	X
0.42	TAUN	1.01	ERO	2.50	Y
0.50	D	4.65	EO	1.01	ERO
		5.67	EC _Δ	0.93	EO
0.00	O			1.94	EC _Δ
0.00	H	1.00	X	3.00	X
0.00	Z	4.50	Y	4.50	Y
		1.01	ERO	1.01	ERO
4.30	S	1.98	EO	0.77	EO
0.60	RO	2.99	EC _Δ	1.78	EC _Δ
2.70	S				
0.60	RO	1.00	X	3.00	X
2.00	S	6.50	Y	6.50	Y
0.60	RO	1.01	ERO	1.01	ERO
8.75	S	0.27	EO	0.43	EO
0.60	RO	1.28	EC _Δ	1.44	EC _Δ
3.23	S			3.00	X
0.60	RO	1.00	X	8.50	Y
3.15	S	8.50	Y	1.01	ERO
0.60	RO	1.01	ERO	0.26	EO
0.52	ROOS	0.16	EO	1.27	EC _Δ
45.00	S	1.18	EC _Δ	4.00	X
0.30	RO			0.50	Y
40.85	S	2.00	X	1.01	ERO

0.25	EO	1.47	EC _Δ
1.26	EC _Δ	4.00	X
4.00	X	6.50	Y
2.50	Y	1.01	ERO
1.01	ERO	0.30	EO
0.49	EO	1.31	EC _Δ
1.50	EC _Δ	4.00	X
4.00	X	8.50	Y
4.50	Y	1.01	ERO
1.01	ERO	0.18	EO
0.45	EO	1.19	EC _Δ



Obr. 2. Světelně technická situace pro porovnávací výpočet oblohové složky e_0^z .

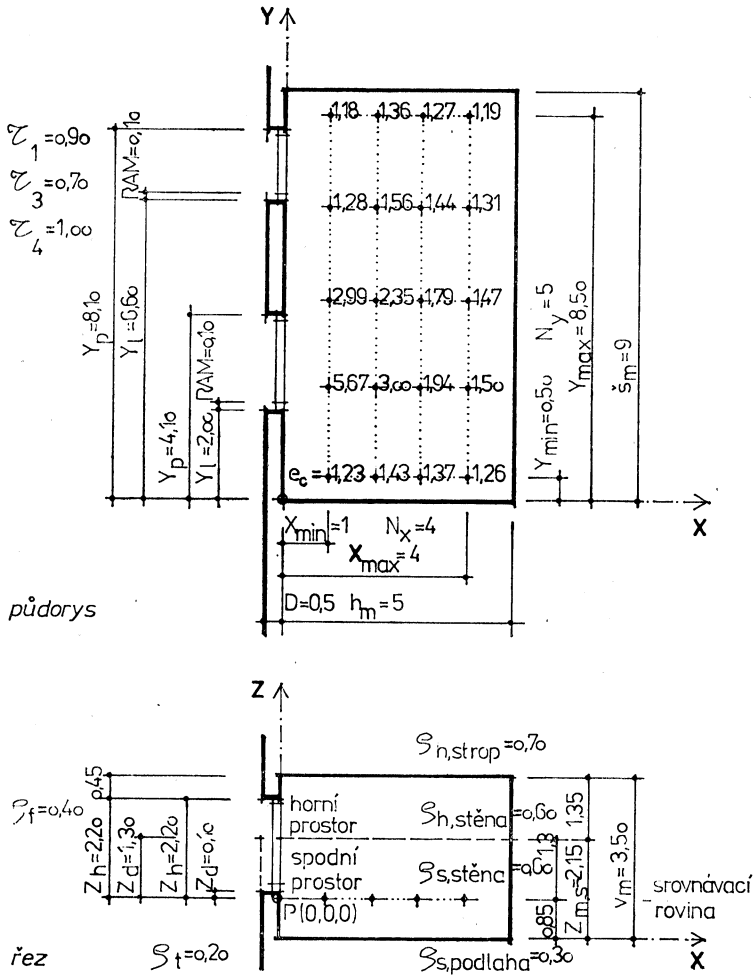
figurace osvětlovacího otvoru a posuzovaných bodů, použité v lit. [1], [2] a [3], zde znázorněného na obr. 2. Vstupní a výstupní hodnoty tohoto příkladu jsou uvedeny v tab. 1. Pro porovnání přesnosti výpočtu jsou výstupní hodnoty — oblohová složka e_0^z — z lit. [1], [2], [3] a předkládaného výpočtu uvedeny v tab. 2.

Vzorový příklad, dokladující možnosti programu, uvádí výpočet světelně technické situace podle obr. 3. V tab. 3 je doložen tisk vstupních a výstupních hodnot. Způsob vkládání hodnot a jejich symbolika je v souladu s výše uvedeným popisem vstupních údajů a dále uváděným obecným uživatelským manuálem, který popisuje postup konkrétního výpočtu světelně technické situace v tab. 4.

Poznámka: v kolonce TISKÁRNA znamená prostý text popsané veličiny uvedení její hodnoty. Text v uvozovkách, velkými písmeny, znamená vytištěný text tiskárnou!

LITERATURA

- [1] Küttler R.—Küttlerová L.: Návrh a hodnotenie denného osvetlenia. Alfa Bratislava, 2. vydanie, 1975.
- [2] Puškáš J.: Nová výpočtová metóda predurčovania oblohovej zložky činiteľa dennej osvetlenosti. Zdravotní technika a vzduchotechnika č. 3./1979 — str. 151—155.
- [3] Kouba O.: Výpočet oblohové složky činiteľa denní osvetlenosti pro místnost s bočními okny na kapesním kalkulátoru. Zdravotní technika a vzduchotechnika č. 4/1983 — str. 209—220.
- [4] ČSN 360035 „Denní osvětlení budov“ z 1. 1. 1968.
- [5] Puškáš J. — Gašparovičová V. — Tomasovič L.: Denné osvetlenie, Skripta



Obr. 3. Světelně technická situace pro vzorový příklad výpočtu celkového činitele denní osvětlenosti

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ДНЕВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ e_{Δ} , ПОМЕЩЕНИЙ С БОКОВЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ ПРИ ПОМОЩИ КАРМАННОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ТИ-59 С ПЕЧАТАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

Инж. Карел Сыровый

Статья описывает возможности использования карманного вычислительного устройства с программным управлением ТИ-59 с печатающим устройством РС-100 С. Программа после вставки группы чисел, описывающих геометрическую и светотехническую ситуацию обсуждаемого помещения, исчислит отражательную составляющую коэффициента дневного освещения, его небесную составляющую и конечно суммарное значение этого коэффициента, а именно наиболее от семи осветительных отверстий для

Tab. 4. Uživatelský manuál

krok	postup, popis údaje	vlož	stiskni	displej	tiskárna	
1	nahraj blok č. 1 ze štítku č. 1	0		—1		
2						
3	nahraj blok č. 2 ze štítku č. 1				—2	
4						
5	nahraj blok č. 4 ze štítku č. 2			—4		
•	Identifikační text řešené úlohy, číselná identifikace posuzované budovy a místnosti					
6			E'	0	„Výpočet denního osvětlení“	
7	číslo zakázky posuzované akce	č. z.	R/S	0	č. z. „CZ“	
8			D'	0	posun pásky	
9	číslo místnosti	č. m.	R/S		č. m. „CM“	
•	Charakteristiky osvětlovacích otvorů					
10			A	4616		
11	rozměr Z_D	Z_D	R/S	4623	Z_D „ZD“	
12	rozměr Z_H	Z_H	R/S	351330	Z_H „ZH“	
13	rozměr RAM	rám	R/S	4527	rám „RÁM“	
14	rozměr Y_L	Y_L	R/S	4533	Y_L „YL“	
15	rozměr Y_P	Y_g	R/S		Y_g „YP“	
>	činitel τ_2			37134102	2 „TAU 2“	
16	činitel τ_1	1	R/S	37134104	1 „TAU 1“	
17	činitel τ_3	3	R/S	37134105	3 „TAU 3“	
18	činitel τ_2	4	R/S		4 „TAU 4“	
>	činitel τ_N			16	N „TAU N“	
19	rozměr d	d	R/S	0	d „D“	
!	vkládání dalšího osvětlovacího otvoru se provádí od kroku číslo 10!					
•	Parametry zastínění					
20			B	32		
21	rozměr o	o	R/S	23	o „O“	
22	rozměr h	h	R/S		h „H“	
>	úhel zastínění z			0	z „Z“	
•	Světelné technické parametry okenní stěny					
23			C	36		
24	strana a dílčí plochy S_{os}	a	R/S	a		
25	strana b téže dílčí plochy S_{os}	b	R/S	3532		
>	dílčí plocha S_{os}				S_{os} „S“	
26	činitel odrazu ρ_{os} dílčí plochy S_{os}	ρ_{os}	R/S		ρ_{os} „RO“	
!	vkládání další dílčí plochy S_{os} se provádí od kroku číslo 23!					
27	ukončení vstupních údajů S_{os}		R/S			
>	průměrný součinitel odrazu $\bar{\rho}_{os}$			0	$\bar{\rho}_{os}$ „ROOS“	
•	Světelné technické parametry spodní části místnosti					
28			D	36		
29	strana a dílčí plochy S_D	a	R/S	a		
30	strana b téže dílčí plochy S_D	b	R/S	3532		
>	dílčí plocha S_D				S_D „S“	
31	činitel odrazu ρ_s dílčí plochy S_D	ρ_D	R/S		ρ_D „RO“	
!	vkládání další dílčí plochy S_D se provádí od kroku č. 28!					

krok	postup, popis údaje	vlož	stiskni	displej	tiskárna
32 > •	ukončení vstupních údajů S_D průměrný součinitel odrazu $\bar{\rho}_D$ Světelné technické parametry horní části místnosti, terénu a stínící překážky		R/S		$\bar{\rho}_D$ „ROD“
33			E	36	
34	strana a dílčí plochy S_H	a	R/S	a	
35	strana b téže dílčí plochy S_H dílčí plocha S_H	b	R/S	3532	S_H „S“ ρ_H „RO“
36 !	činitel odrazu ρ_H dílčí plochy S_H vkládání další dílčí plochy S_H se provádí od kroku číslo 33!	ρ_H	R/S		
37 >	ukončení vstupních údajů S_H průměrný činitel odrazu $\bar{\rho}_H$		R/S		$\bar{\rho}_H$ „ROH“
38 >	průměrný činitel odrazu (po ploše vážený) celé místnosti			353237	ρ' „RO“
39	činitel odrazu terénu ρ_T	ρ_T	R/S	353221	ρ_T „ROT“
39 >	činitel odrazu stínící překážky ρ_F	ρ_F	R/S		ρ_F „ROF“
39 >	celková plocha zasklení W			0	W „W“
39 >	celková plocha místnosti S			—1	S „S“
40 •	nahrej blok č. 1 ze štítku č. 2 Souřadnice posuzovaných bodů v síti				
41			A'	3144	
42	údaj n_x	n_x	R/S	44301344	n_x „NX“
43	rozměr X_{max}	X_{max}	R/S	44302431	X_{max} „XMAX“
44	rozměr X_{min}	X_{min}	R/S	3145	X_{min} „XMIN“
45	údaj n_y	n_y	R/S	45301344	n_y „NY“
46	rozměr Y_{max}	Y_{max}	R/S	45302431	Y_{max} „YMAX“
47	rozměr Y_{min}	Y_{min}	R/S		Y_{min} „YMIN“
41 42 43 •	rozměr X rozměr Y Výpočet odrazné složky $e_{\rho, min}$ činitele denní osvětlenosti probíhá automaticky po vložení souřadnic posuzovaných bodů!	X Y	R/S R/S		
48 49	nahrej blok č. 1 ze štítku č. 3			0	„BOD P (X, Y)“
49 50 •	nahrej blok č. 2 ze štítku č. 3 Výpočet oblohové složky $e_{o, \tau}$ činitele denní osvětlenosti a výpočet celkové hodnoty činitele denní osvětlenosti e_c^Δ .	0		—2	
51 > > > > >	souřadnice X souřadnice Y odrazná složka $e_{\rho, min}$ oblohová složka $e_{o, \tau}^\Delta$ činitel denní osvětlenosti e_c^Δ .		E		X „X“ Y „Y“ $e_{\rho, min}$ „ERO“ $e_{o, \tau}^\Delta$ „EO“ e_c^Δ „EC“

одного обсуждаемого пункта сравнительной плоскости или для правильной сети обсуждаемых пунктов последовательных расчетов. Расчет для одного осветительного отверстия и одного обсуждаемого пункта продолжается одну минуту.

THE DAY LIGHTING COEFFICIENT e_c^{Δ} CALCULATION FOR ROOMS WITH LATERAL LIGHTING ORIFICES USING A PRINTING POCKET CALCULATOR TI-59

Ing. Karel Syrový

Possibilities of exploitation of a programmable calculator TI-59 with a printing apparatus PC-100 C are discussed in the article. The program after the data setup describing geometrical and light-engineering state of the evaluated space will calculate the reflectivity component of the day lighting, its sky component and finally the total value of this coefficient, and maximum from seven lighting orifices for one evaluated point of the reference plane or for the regular network of evaluated points by calculation stage by stage. The calculation for one lighting orifice and one evaluated point takes one minute.

BERECHNUNG DES TAGESBELEUCHTUNGSSTÄRKEFAKTORS e_c^{Δ} DER RÄUME MIT DEN SEITENBELEUCHTUNGSÖFFNUNGEN UNTER DER VERWENDUNG DES TASCHENRECHNERS TI-59 MIT EINEM DRUCKER

Ing. Karel Syrový

Der Artikel beschreibt die Anwendungsmöglichkeiten des Programmrechners TI-59 mit dem Drucker PC-100 C. Nach der Einführung der die geometrische Situation und die Lichttechnik des beurteilten Raumes beschreibenden Daten wird das Programm die Reflexkomponente des Tagesbeleuchtungsstärke, ihre Himmelskomponente und dann den Gesamtwert dieses Faktors und zwar höchstens von sieben Beleuchtungsöffnungen für einen beurteilten Punkt einer Vergleichsebene oder für das regelmässige Netz der beurteilten Punkte durch die fortlaufende Berechnung rechnen. Die Berechnung für einen Beleuchtungspunkt und für einen beurteilten Punkt dauert eine Minute.

CALCUL DU FACTEUR D'ÉCLAIRAGE NATUREL e_c^{Δ} DES LOCALS AVEC LES OUVERTURES LATÉRALES À L'AIDE DU CALCULATEUR DE POCHE TI-59 AVEC UNE IMPRIMANTE

Ing. Karel Syrový

L'article présenté décrit les possibilités de l'utilisation du calculateur à programme TI-59 avec l'imprimante PC-100 C. Après la déposition des données décrivant la situation géométrique et la technique d'éclairage d'un espace jugé, le programme calculera la composante de réflexion du facteur d'éclairage naturel, sa composante de ciel et enfin la valeur totale de ce facteur et cela le plus haut de sept ouvertures d'éclairage pour un point jugé d'un plan de comparaison ou pour le réseau régulier des points jugés par le calcul progressif. La durée du calcul fait une minute pour une ouverture d'éclairage et pour un point jugé.

● NSR stavi 17 nových elektráren na uhlí

Do roku 1987 má být v NSR uvedeno do provozu 17 nových elektráren na černé uhlí o celkovém výkonu 6900 MW. Jedenáct z nich bude velkých o výkonu 300 až 800 MW. Budou vybaveny elektroodlučovači a zařízeními na odsířování spalin. Jak se ukazuje,

z celkových investičních nákladů elektrárny na černé uhlí připadá asi 26 % na konto ochrany životního prostředí. Sedm z budovaných elektráren bude současně sloužit jako centrály dálkového vytápění. Ve třech elektrárnách má být vyzkoušeno fluidní spalování.

HLH 4/84

(Ku)

DISKUSE KE ČLÁNKU

Huk F., Huková R.:

VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA PROSTŘEDNICTVÍM DESKOVÉHO REKUPERAČNÍHO VÝMĚNÍKU V ZEMĚDĚLSTVÍ

Zdravotní technika a vzduchotechnika roč. 27 (1984) č. 5

Doplňující informace Ing. M. Zemánka, Chemoprojekt Praha

Při hodnocení ověřovacích zkoušek SEI Brno ve velkokapacitním teletniku SZP Rožná, jehož větrací systém byl doplněn rekuperačním deskovým výměníkem ZV 3-022, dospěli autoři k těmto závěrům:

- nečisté prostředí (prašnost odpadního vzduchu) ovlivňuje pouze nepatrně termickou účinnost a tlakové ztráty deskového výměníku,
- pro zemědělské provozy je plně dostačující 50 % termická účinnost zařízení, zajišťujícího využití odpadního tepla,
- deskový rekuperátor ZV 3-022, jehož pořizovací náklady jsou přibližně 9000 Kčs, je výhodnější než systém ZZT se dvěma lamelovými výměníky, propojenými okruhem s nuceně cirkulující kapalinou a efektivnější než výměníky z tepelných trub, zvolíme-li za hodnotící kritérium cenu a dosahovanou termickou účinnost.

Větrací systémy, vybavené rekuperačními výměníky ZV 3-022 JZD Horní Brusnice a doplněné osovými ventilátory LAN a elektrickou regulací jejich otáček ARL 3/21, která intenzitu větrání nastavuje podle předepsané teploty stájového ovzduší (v případě teletniku SZP Rožná 15 °C) přispívají nesporně ke snížení energetické náročnosti stájových objektů. Zveřejněné výsledky ověřovacích zkoušek uvedeného typu rekuperačního výměníku a informace, získané z provozů, v nichž jsou rekuperátory ZV 3-022 použity, [1], [4] upřesňují rekapitulované závěry autorů příspěvku takto:

- v prašných provozech stájových objektů skotu, selat i drůbeže dochází k postupnému usazování prachu a vzniku nálepů na svisle orientované deskové ploše, a to i při provozním režimu s kondenzací vodní páry z odpadního vzduchu ve výměníku; předpokládaný samočistící efekt stékajícím filmem z kondenzované kapaliny tedy se neprojevuje; důsledkem zanášení rekuperátoru nečistotami je postupné snižování termické účinnosti a nárůst aerodynamických odporů, popřípadě snížený průtok vzduchu (až o 40 %),

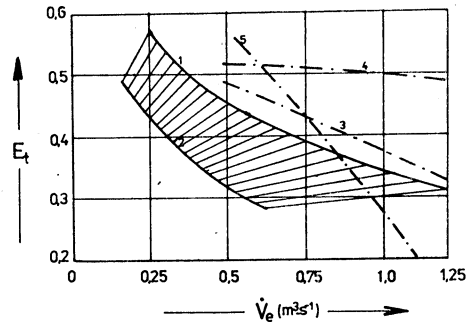
— termická účinnost může být ovlivněna netěsností deskového systému, a to nezároveň průnikem odpadního vzduchu do čerstvého přívodního vzduchu (zjistitelné vyhodnocením měrné vlhkosti přívodního vzduchu před a za rekuperátorem); v důsledku směšování zlepšuje se „zdánlivá“ termická účinnost rekuperátoru.

Na rozpor, týkající se termické účinnosti rekuperátoru podle údajů výrobce a podle skutečně dosahovaných hodnot upozornila již diskuse na semináři SEI Brno na jaře 1983 [2]. Pro názornost jsou zrekapitulovány a doplněny nejnovějšími experimentálně stanovenými charakteristikami vlastního rekuperátoru ZV 3-032 na obr. 1 [1], [2], [4].

Křivka 1 určuje závislost termické účinnosti E_t na objemovém toku přívodního vzduchu \dot{V}_e [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] při poměru tepelných kapacit odpadního vzduchu k přívodnímu 1,3.

Křivka 2 je závislostí $E_t = f(\dot{V}_e)$, zjištěnou v teletniku po ročním provozu bez čištění teplosměnné plochy tlakovou vodou nebo parou.

Křivka 3 byla odvozena z měření SEI Brno v SZP Rožná v r. 1981 a 1982 (jednot-



Obr. 1. Závislost termické účinnosti E_t deskového rekuperátoru ZV 3-022 na objemovém toku přívodního vzduchu \dot{V}_e při poměru tepelných kapacit vzduchu $X = 1,3$.

livé body uvedl Ing. Huk v obr. 2 svého příspěvku).

Křivka 4 byla stanovena podle projektové charakteristiky — plná čára uvedená na obr. 2 příspěvku Ing. Huka.

Křivka 5 je pak charakteristika, odvozená z obr. 3 a obr. 1 příspěvku Ing. Huka.

Zatímco závislosti 1 a 3 se podstatně neodlišují, jsou charakteristiky 4 i 5 nepřiměřeně ploché, respektive strmé a v oblasti nižších objemových průtoků vzduchu \dot{V}_e určují podstatně vyšší termickou účinnost než závislost (1).

Závěr o dostačující 50% termické účinnosti pro zemědělské provozy nelze akceptovat. Kritériem je minimum převedených nákladů stanovené na základě optimalizačního výpočtu. Bližší je uvedeno ve směrnici č. 2/1983 FMPE o efektivnosti investic. Optimalizační výpočty provedené na VŠZ v Praze, Potravinoprojektem Litomyšl, Stavební akademii Berlín i údaje, publikované na konferenci CHISA'82 ukazují, že zejména při vysokých nákladech za palivo, zejména za ušlechtlá (měrná cena c (Kčs/kWh) korigovaná souč. a_3)

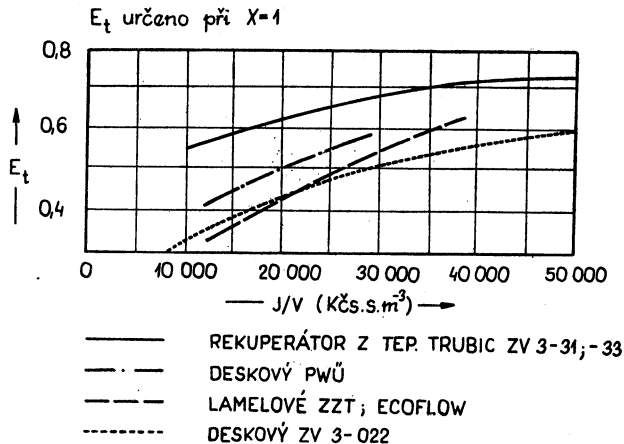
topná nafta	1,05
lehký topný olej	0,646 (nadlimitní až 1,55)
zemní plyn	0,48

a při delší roční provozní době rekuperačního zařízení při vyšší teplotní hladině (sušení zeleniny, rychlovýkrm brojlerů apod.) nebo ve stájových objektech, v nichž rekuperační systém zcela odstraní přídavné vytápění i v zimním období (teletníky) bude optimální termická účinnost podstatně vyšší než uvádí v citovaném článku autoři. Podle informací na PRAGOTHERM'84 vychází jako optimální termická účinnost pro typizované haly k rychlovýkrmu brojlerů drůbežního

kombinátu u Berlína 67 %, rekuperační výměníky v teletníku Stráž (bez přitápění v zimním období) 56 až 72 %.

V porovnání základních typů rekuperačních a regeneračních výměníků, uveřejněném na obr. 5 příspěvku manželů Hukových, chybí jako další parametr průtok vzduchu, při kterém je cena a termická účinnost stanovena. Zavedením tohoto parametru a vyjádřením závislosti termické účinnosti E_t na měrných investičních nákladech, tj. na poměru investičních nákladů J [Kčs] k objemovému toku vzduchu \dot{V} [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$], domnívám se, že získáme objektivnější informaci o vhodnosti jednotlivých výměníků, zajišťujících zpětné získání tepla. Toto porovnání, zveřejněné na kongresu CHISA'84 [4] i na výstavě PRAGOTHERM'84 je připojeno v obr. 2. Závislost $E_t = f(J/\dot{V})$ je určena pro deskový rekuperátor ZV 3-022, a to při provozu o shodě hmotových průtoků odpadního i přírodního vzduchu, pro deskový rekuperátor PWÜ vyvinutý v t. r. v NDR z hliníkových drážkovaných plechů, pro lamelové výměníky s kapalinovým okruhem (ZZT Janka nebo ECOFLOW GEA) a pro rekuperační výměníky ze samotížných tepelných trubíc, vystavované na PRAGOTHERM'84 pod označením ZV 3-031, ZV 3-033 a ZV 3-035 JZD Hranicář Mrákov a STS Mimoň (při hodnocení byl proveden přepočít v tomto kursu: 1 DM = 6 Kčs, 1 M = 3 Kčs). Při hodnocení deskového rekuperátoru JZD Horní Brusnice (ZV 3-022) byla uvažována pořizovací cena $J = 9\,000$ Kčs.

Hodnocení efektivnosti rotačních regeneračních výměníků, provedené autory článku v obr. 5 má pouze informativní význam, neboť podle vyjádření zástupců výrobních organizací těchto výměníků (MUNTERS, ILK Gotha) na výstavě PRAGOTHERM'82 a s přihlédnutím k stanovisku veterinářů



Obr. 2. Závislost termické účinnosti rekuperačních výměníků E_t na měrných investičních nákladech J/\dot{V} při $X = 1$.

se nepokládají tyto nesporně vysoce účinné výměníky pro náročné zemědělské provozny za vhodné.

Literatura

- [1] Haš, S. a kol.: Ověření funkce deskového výměníku pro zpětné získávání tepla. Zemědělská technika, 30, 11, 1984.
- [2] Zemánek, M.: Tepelně technická problematika stájových objektů Seminář SEI Brno, 1983.
- [3] Dlesek, V.: Energetická náročnost pozemních staveb, ČVUT, FSv 1983.
- [4] Bukreev, V. F et all.: Air-to-air thermal recovery units 8th International Congress CHISA-84, Praha, ref. Y 5.59.

Seznam použitých značek a veličin

c_B [Kčs/kWh] měrná cena paliva,

Odpověď autorů

Ing. Františka Huka a Ing. Růženy Hukové, JIHLAVA

V uveřejněném článku jsme jako autoři řešení popsali příklad z praxe, včetně dosažených úspor paliva a celkových zkušeností provozovatele.

Hodnocení provozovatele, které nám zaslal v květnu roku 1984, po 2,5letém provozu [11], je použito jako podklad v dalším textu a upřesňuje některé údaje, např. že skutečná úspora paliva dosáhla 52 %, dále jsou zde uvedeny celkové výsledky hospodaření, způsob údržby výměníků apod.

K jednotlivým bodům:

— v námi popisovaném objektu jsou použity deskové výměníky s odlišně provedenými detaily teplosměnných ploch, než jsou výměníky typu ZV 3-022, které dodává JZD Horní Brusnice.

Zanášením teplosměnných ploch se zvolna snižuje průtok vzduchu a tím klesá i termická účinnost. K úplnému ucpání kanálů, kde vzájemná vzdálenost desek je 17 mm, prakticky nedochází. Za provozní znečištění, kdy parametry výměníku jsou ještě v mezích přijatelných hodnot, se považuje nános organického prachu do tloušťky 2 mm na teplosměnné ploše. U výměníků z tepelných trubíc toto znečištění znamená totální odstavení z provozu, poněvadž rozteč žeber je menší než 2 mm.

Tato úvaha dává představu o náročnosti na údržbu a provozní spolehlivosti těchto dvou druhů výměníků. Dále je třeba uvážit, že v případě úplného ucpání odpadní strany trubiceového výměníku proudí do zóny zvířat neohříváný venkovní vzduch.

V případě deskových výměníků k úplnému ucpání prakticky nedojde a přiváděný vzduch je vždy více či méně predehříváný.

$$E_t = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{i1} - t_{e1}} \text{ termická účinnost výměníku}$$

	tepla
t_{e1} [°C]	teplota vstupního venkovního vzduchu do výměníku,
t_{e2} [°C]	teplota výstupního venkovního vzduchu z výměníku,
t_{i1} [°C]	teplota vstupního teplého odpadního vzduchu do výměníku
t_{i2} [°C]	teplota výstupního teplého odpadního vzduchu z výměníku (po ochlazení),
\dot{V}_e [m ³ . s ⁻¹]	objemový tok čerstvého venkovního vzduchu výměníkem,
X	poměr tepelné kapacity odpadního vzduchu k přivodnímu (v obr. 1 zvolen 1,3, v obr. 2 $X = 1$),
J/\dot{V} [Kčs . s . m ⁻³]	měrné investiční náklady za výměník (vztažené na jednotkový objemový průtok vzduchu výměníkem).

— Použitý deskový systém není z výrobních a cenových důvodů proveden jako těsný. Infiltrace činí řádově procenta. Pokud by tato infiltrace byla na závadu, lze tomu zabránit např. přetlakem na straně přiváděného vzduchu.

— Ke křivkám, uváděným ing. Zemánkem na obr. 1 je třeba dodat, že zde srovnává měření v jiném objektu a za značně rozdílných podmínek. Nelze tedy akceptovat připomínky, netýkající se konkrétního zařízení v popisovaném VKT Rožná.

Náš článek hodnotí celkový zásah do větracího systému ve VKT v Rožné, kdy naším úkolem bylo navrhnout deskový výměník a použít ho tak, aby za daných podmínek přinesl optimální výsledky.

Je všeobecně známé, že o úsporách paliva nerozhoduje pouze výkonný výměník, ale celý soubor faktorů, počínaje tepelně izolačním stavem objektu [9], použité technologie, přesná regulace s návazností na vytápěcí soustavu, jednoduchost obsluhy a údržby, atd. [10].

Řešení otázek provozu, jak bude ještě dokázáno v dalším textu, je dnes limitujícím faktorem pro použití jednotlivých druhů výměníků pro ZZT systémy.

Dosažená a v evidenci spotřeby jednoznačně prokazatelná úspora paliva 52 % je dostatečným důvodem k opodstatnění námi uváděných závěrů [11]. K objektivnímu hodnocení vhodnosti jednotlivých typů rekuperačních výměníků, používaných v zemědělství, je třeba použít prakticky dosažených výsledků alespoň z dvouletého provozu zařízení. Takové komplexní hodnocení v rozsahu našeho příspěvku, pokud je nám známo, zatím nebylo publikováno.

Pokud se týká měření podle literatury [1],

[2], [4], uváděné Ing. Zemánkem, jedná se ve všech případech vždy o VKT Kosořín. Zde byly původně plánované ZZT systémy s tepelnými trubnicemi TNC-8 nahrazeny deskovými výměníky. Tyto deskové výměníky je nahradily pro komplexnost předloženého řešení rekonstrukce dosavadního větracího systému a pro poměrně nízké pořizovací náklady [2].

Od úvodního seznámení se s problematikou ve VKT Kosořín do spuštění namontovaného zařízení v pavilonu mléčné výživy uplynulo 5 měsíců. Samotná montáž trvala 3 týdny a prováděla se za plného provozu. Investiční náklady dosáhly pouze asi 20 % nákladů původně uvažované varianty s tepelnými trubnicemi. Rovněž nedošlo k 1/2 ročnímu odstavení pavilonu mléčné výživy, jak bylo původně plánováno.

Ve VKT Kosořín se jedná o celoroštové ustájení s podroštovými kalovými jímkami. V tomto případě jsme zvolili o 50 % vyšší výměny vzduchu, než uvádí ON 73 4502, což se ukázalo jako velmi dobrý a nutný zásah pro výrazné zlepšení mikroklimatu. O „převětrání“ objektu svědčí i vnitřní relativní vlhkost vzduchu, která se pohybovala od 39 do 48 %. Zvýšenými výměnami vzduchu se také zvýšily ztráty tepla a výrovedná prokazatelná úspora v evidenci provozovatele byla ve výši 30 % původní spotřeby.

Křivku 1 na obr. 1 Ing. Zemánka je třeba doplnit v tom, že měření bylo provedeno na výměníku, znečištěném 3,5 měsíčním provozem. Křivka 2 je měření, provedené na výměníku, znečištěném 15ti měsíčním provozem. V technických podmínkách a pokynech pro obsluhu a údržbu je požadavek na čištění výměníku min. 2 × ročně. Jedná se tedy o porušení technologické kázně při provozu výměníku a srovnávat charakteristiku 2 na obr. 1 je bezvýznamné.

Na druhé straně však tato charakteristika poukazuje na výhodné provozní vlastnosti deskového výměníku v prašném prostředí.

— Závěr, že termická účinnost výměníku do 50 % je pro zemědělské objekty živočišné výroby dostačující, je potvrzený četnými praktickými zkušenostmi a uvádí se např. i v [5]. Neúměrný nárůst nákladů na zvyšování termické účinnosti výměníku je dobře patrný z obr. 2 připomínek Ing. Zemánka.

Uvedeme konkrétní příklad pro VKT v Rožně

Za instalované 2 ks deskových výměníků zaplatil investor 2 × 7990,— = 15 980,— Kčs. Za tuto cenu by např. nenakoupil ani jeden výměník z tepelných trubic (podle výrobce je asi za 25 000,— Kčs). Jeden deskový výměník ušetřil ve VKT v Rožně asi 6000 litrů nafty/rok. Při ceně 3,50 Kčs za 1 litr, vychází koeficient efektivity pro deskový výměník s $E_t = 40 \%$

$$\text{při } X = \frac{C_i}{C_e} = 1.$$

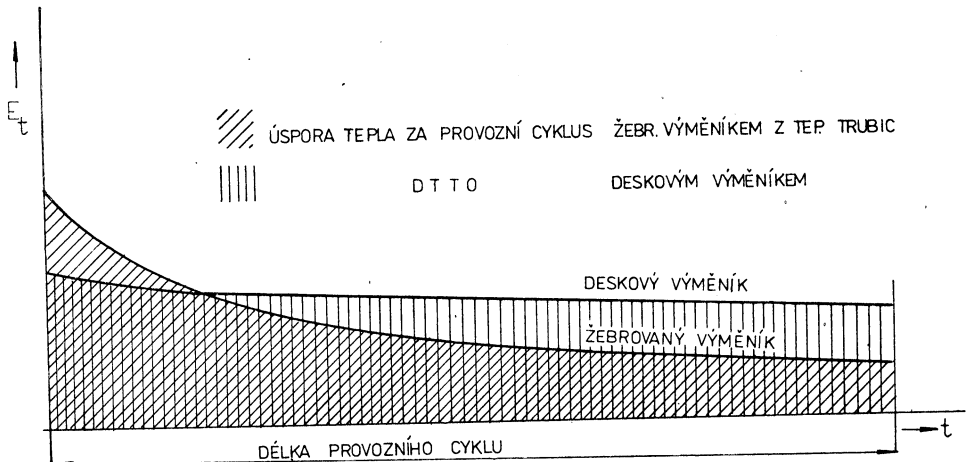
$$i_1 = \frac{6000 \times 3,50}{7990} = 2,628 \text{ Kčs/l vloženou Kčs}$$

z toho čistý zisk 1,628 Kčs.
Koeficient efektivity při použití trubico-
vého výměníku s $E_t = 60 \%$:

$$i_2 = \frac{9000 \times 3,50}{25\,000} = 1,26 \text{ Kčs/l vloženou Kčs,}$$

tj. čistý zisk 0,26 Kčs.

Úspora 9000 l nafty na 1 výměník byla stanovena extrapolací v poměru termických účinností:



Obr. 3. Provozní charakteristiky rekuperačních výměníků při provozu v prašném prostředí naznačují pokles termické účinnosti v závislosti na čase — provozním cyklu pro deskový a žebrovaný výměník z tepelných trubic.

$$N = \frac{60}{40} 6000 = 9000 \text{ litrů nafty.}$$

$$\text{Poměr zisků: } \frac{1,628}{0,26} = 6,26$$

Slovy: efektivnost investice do levnějšího zařízení s termickou účinností 40 % je v tomto konkrétním případě 6,26 krát výhodnější, než do dražšího zařízení s termickou účinností 60 % (obr. 4).

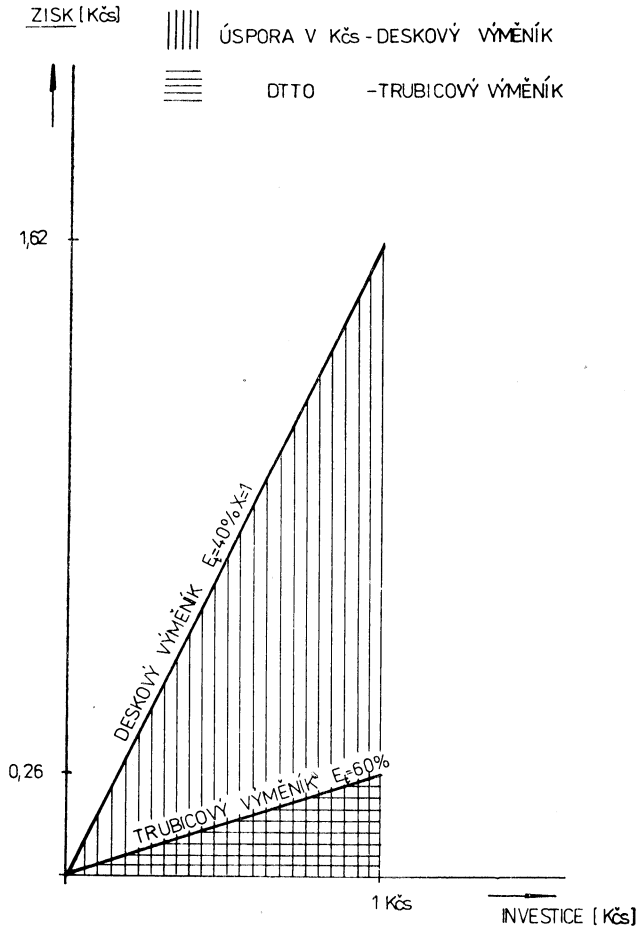
Životnost deskového výměníku, provedeného z Al materiálu je minimálně rovnocenná Al trubicím, kde je navíc požadavek na hermetičnost čpavkové náplně.

Dále je třeba uvážit, že použitím žebrovaného výměníku by si uživatel vážně zkomplikoval údržbu zařízení, kterou se současným stavem pracovníků (pavilón se 240 ks telat obsluhují 2 lidé) není schopen zajistit. Zde je třeba dále připomenout, že úspora 9000 Kčs na žebrovaný výměník je spíše teoretická úvaha, poněvadž v prašném prostředí stáje

vykazuje tento výměník vysokou termickou účinnost jen v okamžiku „O“ a v několika nejbližších týdnech (obr. 3). Např. v kravině JZD Hluk byl výměník z tepelných trubice po pěti měsících provozu neprůchodný, nebylo možné rozeznat na znečištěné straně jednotlivá žebra. V případě drůbežáren je problém ještě závažnější [2], [6], [7], [8].

Na žebrovaném povrchu trubice se nečistoty z odváděného vzduchu snadno zachytí a úzké průduchy mezi žebry (vzájemná vzdálenost je 1,85 mm) se brzy zanesou. Podle [8] způsobuje znečištění téměř hyperbolický průběh poklesu termické účinnosti v závislosti na čase.

Tyto nepříznivé provozní vlastnosti jsou dány konstrukcí několikařadých žebrovaných výměníků, kdy např. u osmiřadého výměníku znečištění první řady — tj. 1/8, prakticky však 1/16 teplosměnného povrchu vyřazuje z činnosti dalších 7/8 relativně neznečištěného teplosměnného povrchu. U víceřadých výměníků je tato situace pochopi-



Obr. 4. Grafická závislost k příkladu výpočtu efektivnosti investice pro VKT Rožná při použití deskového a žebrovaného výměníku.

telně ještě horší. S tím dále souvisí i změna tepelných kapacit proudů vzduchu.

Při čištění je třeba každou jednotlivou trubici vyjmout a očistit. Častou manipulací s řádově stovkami trubice je nebezpečí poškozování jemného žebrovaní a tím i předčasná omezení jejich životnosti.

Deskový výměník, kde světlost mezi deskami je 15 mm, není tolik náchylný k zanášení teplosměnných povrchů nečistotami. Většina jich totiž snadno prolétne a na hladkých svislých plochách pokračuje zanášení velmi pozvolna. Rovněž změna tepelných kapacit proudů vzduchu následkem znečištění je pozvolná (obr. 1a) a [8]. Tento obrázek informativně ukazuje porovnání provozních vlastností deskového a trubicového žebrovaného výměníku. Je to závislost poklesu termické účinnosti v závislosti na časovém úseku — délce provozního cyklu (např. u výkrmu drůbežích brojlerů je to 8 týdnů, u skotu 1/2 roku apod.).

Délka provozního cyklu je časový úsek, za který lze v praxi reálně zajistit čištění teplosměnných ploch výměníku.

Výhoda vyšší termické účinnosti žebrovaného výměníku je pouze krátkodobá, jak je zřejmé z obr. 1a. Plochy ohraničené čarami E_t a osou x diagramu můžeme zjednodušeně považovat za množství uspořené tepla.

Závěrem je třeba upozornit na skutečnost, že výroba deskového rekuperačního výměníku typu ZV 3-022, 023 skončila.

Nový výrobek — deskový výměník s vyjímatelným tělesem výměníku navazuje na zkušenosti s typem ZV 3-022, 023. Tento výměník má upraveny teplosměnné plochy, menší rozměry, nižší hmotnost, nižší tlakovou ztrátu, snadnější údržbu a servis. V tomto provedení byl vystavován na výstavě Pragotherm 84, kde vzbudil zájem odborné veřejnosti. Tento výměník bude vyráběn v několika variantách.

K obr. 2 Ing. Zemánka chceme ještě dále poznamenat:

V oblasti využívání druhotných energetických zdrojů nelze spořit za jakoukoliv cenu. V praxi bude jen málo investorů ochotno investovat do pomocného zařízení, jakým ve většině případů rekupérátory

nízkopotenciálního tepla jsou, více než 4 Kčs/(m³/h) předehřátého vzduchu. Přitom vlastnosti provozu a efektivnosti investice budou hodnoceny na předním místě. V současné době posuzuje investor efektivnost podle svých skutečných nákladů, které jsou rozdílné od společensky nutných nákladů na energii. Uživatel požaduje jednoduché, spolehlivé a levné zařízení, které je možné použít v návaznosti na ostatní dostupná zařízení. To se týká zejména souborů ventilátorů a k nim příslušných regulačních souprav. Konkrétně na rekupérátory z tepelných trubice jsou z důvodů tlakových ztrát montovány ventilátory typu VE-630/2, jejichž motory nejsou výrobcem doporučeny k napěťové regulaci. V praxi se pak můžeme setkat s namontovanými rekupérátory v zemědělských objektech, avšak bez regulace. To samozřejmě omezuje možnost použití a provozovatel je v zimním období používá např. pouze 1/2 hodiny denně. Tím i výkonné zařízení ztrácí pak funkční a investiční smysl.

Literatura

- [2] Ing. Zemánek: Tepelně technická problematika stájových objektů — seminář SEI Brno 1983.
- [5] Doc. Chyský: Problémy a perspektivy nuceného větrání v halách pro živočišnou výrobu — celostátní konf. 1984.
- [6] Ing. Zemánek: Použití rekuperačních výměníků v halách pro drůbež, konf. Č. Budějovice 1984.
- [7] Havlín: Použití rekuperačních výměníků s tepelnými trubiciemi v prašném prostředí — celostátní konference v Dobřichovicích 1984.
- [8] Ing. Kára, Ing. Haš, Ing. Zemánek: Provozní měření charakteristik rekuperačních vým. tepla — celost. konference v Dobřichovicích 1984.
- [9] Doc. Oppl: K některým otázkám mikroklimatu stájí pro skot ZTV, roč. 27 — č. 6/84.
- [10] Ing. Huk: Systémy ZZT s deskovými rekuperačními výměníky — konference v Trenčíně 1984.
- [11] Škrda: VZT s rekuperační tepla ve VKT Rožná — zhodnocení funkce zařízení po 2,5 letech provozu z hlediska provozovatele — květen 1984.

Stanovisko recenzenta, doc. Ing. Jaroslava Chyského, CSc.

Je zřejmé, že při používání zařízení k využívání tepla z odváděného vzduchu je ještě řada ne zcela jasných otázek. Pro provoz v zemědělských objektech je třeba uvážit tyto skutečnosti:

- v zemědělství nejsou zatím podmínky pro zajišťování teplosměnných ploch v čistém stavu, popřípadě pro poměrně častou výměnu filtračních vložek,
- životnost větracích zařízení je zde značně menší, než např. v průmyslových halách.

Podle mých zkušeností nepřesáhne v běžných podmínkách stájového odchovu 8 až 10 roků. Tomu pak odpovídá jako optimální účinnost zpětného využívání tepla 35 až 40 %. Z ekonomického výpočtu podle směrnice č. 2/1984 FMPE vyplývá za těchto podmínek největší ekonomický přínos,

- protože se jedná o přímého uživatele a investora, který zajišťuje provoz i nákup, jeví se jako účelné (pro uživatele) počítat

s tržními cenami energií. Limitujícím členem jsou i investiční náklady. Souhlasím s názorem, že těžko lze počítat s většími investičními prostředky než odpovídá měrné ceně 5 Kčs/m³ h.

— zvýšení teplot v objektech bez vytápění je pomocí těchto zařízení poměrně malé a v extrémních teplotních podmínkách bývá 3 až 4 K. Přínosy při použití zařízení ZZT jsou za těchto podmínek zatím těžko přímo prokazatelné. Projevují se totiž většími přírůstky, větší doživostí apod. V objektech s vytápěním jsou úspory celkem jednoznačně prokazatelné.

Sám se domnívám, že při zvážení všech relací se jeví pro zemědělství jako nejvhodnější výměníky deskové. Musí být konstruo-

vány tak, aby byly odolné proti korozi při kondenzaci par z odváděného vzduchu a aby kondenzát mohl odtékat. Při nízkých venkovních teplotách je třeba použít mísení čerstvého a oběhového vzduchu, aby nemohlo nastat omrzání teplosměnných ploch.

K tomuto závěru jsem dospěl i zkušenostmi s použitím lamelových výměníků s pomocnou tekutinou pro ZZT v několika zemědělských objektech. Nejslabším článkem se při tom jevila nutnost časté výměny filtračních vložek, umístěných před výměníky.

Výroba deskových výměníků pro zemědělské účely na průmyslové úrovni a dlouhodobě vyzkoušených však dosud v Československu chybí.

TOPENÁŘSTVÍ v roce 1984

Zpravodaj pro výrobní družstva, vydávaný Českým svazem výrobních družstev Praha, Slovenským svazem výrobních družstev Bratislava a Výzkumným ústavem výrobního družstevnictví Praha, informoval v roce 1984 své čtenáře zejména o těchto problémech:

č. 82—83

Ing. J. Matějček:

Elektronický regulátor solárních systémů ER-01

Z. Janda:

HR — kotle

Z. Janda:

Keramický kotel

Ing. J. Šedivý:

Význam spalinových klapek pro hospodárný provoz plynových spotřebičů a pro techniku odtahu spalin

Ing. M. Svoboda:

Využití „Spojky nosníků AO 21 1556 při rekonstrukci kotelný

Ing. P. Stolína:

Zpětní získávání tepla ve stříkacích kabinách „Marini“

J. Ráž—J. Lípanová: Výpočet nastavení regulačních ventilů s lineární charakteristikou

č. 84

Z. Janda:

NT—a TT—kotle

Ing. J. Kuba:

Spalování náhradních paliv v kotlech ŽDB

Ing. S. Beran:

Tepelné čerpadlo jako součást energetického zdroje v sušárnách

č. 85

Ing. P. Stolína:

Jak dál v racionálním využívání palivo-energetických zdrojů

Ing. J. Blaškovič:

Rozvoj slunečních zařízení v n. p. Elektrosvit Nové Zámky

F. Morvay:

Analýza výroby teplovodních kotlov typu Unihops a jeho perspektivny rozvoj v družstve Stavba Komárno

Ing. L. Dubčák, Ing. M. Polák:

Návrh dimenzí a výpočet tlakových ztrát rozvodů ÚT pomocí mikropočítače

(Bš)

● Philips akumuluje letní slunce

Fa. Philips Eindhoven, Holandsko dostala zakázku na vybavení městské čtvrti Groningenu, která má 96 domů, solárními zařízeními. Šlo celkem o dodávku asi 1 500 slunečních kolektorů, které od r. 1984 mají sbírat letní sluneční energii, tj. v létě nashromážděné teplo využít v zimě k vytápění. Projekt se děje v rámci národního výzkumného programu.

Centrální akumulační systém sestává z kruhové půdní hmoty o průměru 40 m, v níž je až do hloubky 20 m uložena soustava trubek, která pracuje jako výměník předávající zemi sluneční teplo. Uvnitř centrálního akumulačního systému se kromě toho nachází vodní nádrž obsahu 100 m³, která zachycuje teplo ke krátkodobému použití, tj., které nemůže být uloženo v půdě. Pokud během zimního období nashromážděná energie nestačí, dodává přidavné teplo ústřední kotelna.

Každý dům nese 153 vysoce účinných kolektorů o aktivní ploše 25 m². Očekává se minimálně 50% úspora paliv.

CCT 4/84

(Ku)

● Údržba podle potřeby

Úspornost, se kterou se boří sebelépe připravené údržbové programy, má své hlavní příčiny ve snahách co nejlépe zobjektivizovat dění, vedoucí k nutnosti realizovat údržbu. To zatím znamená trvalý nárůst akcí (časově), na druhé straně však má nesporný význam rozsahem prevence, který prací „ztráty“ ziskem provozních jistot (pravděpodobnost činnosti zařízení).

Časové opotřebování instalace při osvětlování komunikací je způsobováno těmito důležitými činiteli: vnitřním a vnějším znečišťováním povrchů a hromaděním nečistot, rozpojováním optických složek, stárnutím světelných zdrojů a svítidel (změny původních vlastností jejich redukci na vlastnosti značně odlišné, zpravidla negativně — a to i technologicky), dále následující selhání řady činitelů z okrajových nebo doprovodných oblastí — vibrace, způsobované dopravním pohybem, poškození (deformace nebo zničení) karamboly, nesprávné (kolísavé) napětí na svorkách až po ztráty napájecího napětí ze základních příčin (rozvody), atd.

N. Macaviloy v Publ. Ltg. roč. 43 (1978) věnuje problému mnohokrátě prohovořenému znovu značnou pozornost a sebraným materiálem, důkladně zpracovaným, se snaží rozvrátit dosavadní „praxi a zvyklosti“ — plánování a nahradit je zohledněním okamžité potřeby, která se liší od toho, co dosud upřednostňujeme přihlazením k místním podmínkám: především k využívání instalace jako objektu, tj. jejího života v daných podmínkách (tedy s využitím vnějším i vnitřním podmínek instalace v daném prostoru a čase (přitom ty vnitřní poněkud zanedbává). Takové stanovisko k ekonomicky významnému úseku vyžaduje od centralizace (normalizace) určitou volnost ve výkladu stanovených podmínek a současně i volnost časového a prostorového využití přiřazených podmínek.

(LCh)

● Inovace v zářivkových instalacích II

Základní srovnávací data pro elektronické předřadníky v zářivkovém obvodu jsou tyto:

Pro zářivku o příkonu 40W a průměr trubice 26 mm (četnější bude 36 W/26 mm) platí v dosavadním (klasickém) zapojení a dále s elektronickým obvodem toto:

- vlastní spotřeba elektrické energie v předřadných a odrušovacích obvodech 18 (6) W,
- účinnost 70 (94) lm/W,
- max. oteplení (teplota povrchu) 130 (65) °C,
- $\cos \varphi$ 0,5 (0,96).

Elektronické obvody dosahují podstatně lepších hodnot tím, že pracují s kmitočty 20—70 kHz a pracovní režim zářivky udržují v mezích optimálních hodnot. Velmi vý-

znamná je i ta okolnost, že pracují v pásmech neslyšitelných kmitočtů a je tedy vyloučeno nepříjemné bručení, tak typické pro stávající předřadňkové obvody.

Z hlediska hygieny je nutno se přiklonit k upřednostňování elektronických obvodů asi z těchto důvodů:

- miniaturizací umožňují výrobu a využití tzv. kompaktních zářivek; jejich rozšířením se podstatně zlepší světelné podmínky prakticky všude, kde oměle světlo používáme (zvláště u pracovního osvětlení stolními lampami apod.),
- energetické úspory a životnost umožňují obecné rozšíření a využívání výbojových zdrojů,
- odstraňují hlučnost instalací a mihání světla — dva z ukazatelů, pro které instalace setrvávají v nemilosti (a bude třeba překonat odpor setrvačnosti).

(LCh)

● Renesance kachlových kamen a krbů

V západoněmeckých domácnostech znovu ožívá vytápění z doby našich předků. Podle průzkumu trhu, asi třetina nově budovaných rodinných domků má instalován krb a asi čtvrtina kachlová kamna.

Bylo by samozřejmě omylem spatřovat v tom obrát ve způsobu vytápění. Ve všech případech slouží krby nebo kachlová kamna buď jako doplněk jiného systému vytápění nebo jsou jenom módním rozmarem. Avšak ve 12 % případů je kro napojen na okruh vytápění a v 5 % na okruh teplé užitkové vody. Kachlová kamna jsou věleněna do okruhu vytápění dokonce ze 17 %.

HLH 6/84

(Ku)

● Největší solární systém pro ohřev užitkové vody na světě

Jeden z největších zpracovatelů masa v USA fa Packerland Packin Co ve státě Wisconsin instalovala údajně největší solární systém na světě k pokrytí své velké potřeby teplé vody.

Základem tohoto systému je 9750 solárních kolektorů SS 12 fy American Solar King. Celková jejich plocha je 29 000 m² a systém je schopen ohřát 2250 m³ vody za den při roční produkci tepla 17 500 MWh.

S výstavbou systému se začalo v říjnu 1983 a do konce roku byly všechny hlavní komponenty na svém místě. Ověřovací zkoušky začaly v únoru 1984 a v březnu zajišťovalo již 100 % požadovaného výkonu.

ASHRAE J. 7/84

(Ku)

ODSÁVÁNÍ PŘI SVAŘOVÁNÍ OBLOUKEM

Ing. Leopold Kubíček

Pracovní skupina složená z odborníků CNAM (Francouzské státní nemocenské pokladny) ve spolupráci s INRS (Státním výzkumným ústavem bezpečnosti práce) přijala dokument č. 1473, zveřejněný v č. 115 (2/1984) Dokumentačních sešitů (Cahiers de notes documentaires) v rámci rubriky „Praktický průvodce větráním“ s názvem „Opérations de soudage à l'arc“ (Postupy svařování obloukem). Přinášíme z něho podstatný výtah:

Úvod

Před svářecí operací je třeba zjistit, zda je možné snížit množství emisí a jejich toxicitu (např. použitím méně škodlivých materiálů) a teprve pak přistoupit k asanaci vzduchu odstraňováním svářecích zplodin. Konečně, není-li ani toto uspokojivě řešitelné, nutno použít prostředky individuální ochrany.

Pokud se týče udržení čistoty vzduchu z hlediska ohrožení zdraví, je třeba vycházet z hygienických předpisů a jimi udávaných hodnot nejvyšších přípustných koncentrací (NPK).

Pokyny v tomto dokumentu je třeba považovat za pomoc při řešení aktuálních otázek v oblasti svařování obloukem a dívat se na ně jako na minimální požadavky na větrání a omezení koncentrací škodlivin tak, aby nebyly ve většině případů překročeny jejich mezní hodnoty, ani když jsou v provozu všechny zdroje. V případě, že půjde o speciální pracovní postupy nebo neobvyklé materiály, či o mimořádné podmínky, musí být zváženo i přísnější měřítko a tedy vycházet z hodnot koncentrací nižších než jsou hodnoty NPK.

Dokument shrnuje určitá technická opatření na základě současných znalostí. Týká se ovšem jen procesů svařování elektrickým obloukem, a to jak ručně, tak i poloautomaticky. Vztahuje se především na ty dílny, kde se svařuje trvale. Uvedené údaje mohou být použity i k určení stupně prevence pro případy občasného sváření (např. při opravách) nebo při svařování venku (např. na stavbách). Dokument se sice nezabývá problematikou větrání při svařování plamenem, protože je třeba si ještě některé poznatky ověřit pokusy, ale je možno z údajů dále uvedených vycházet i při návrhu místního větrání při svařování plamenem.

Příklady uváděné v dokumentu jsou stavěné na případ svařování oceli. Mimo rámec dokumentu jsou případy svařování na automatických strojích, řezání kyslíkovým plamenem a svářecí operace v uzavřených prosto-

rách, které představují zvýšené riziko a vyžadují jiná hygienická měřítka. Způsoby svařování obloukem, na které se dokument vztahuje, jsou např. elektrické sváření ruční i poloautomatické s holými i obalovanými elektrodami, resp. svářecím drátem.

1. Všeobecně

1.1 Chemické znečištění

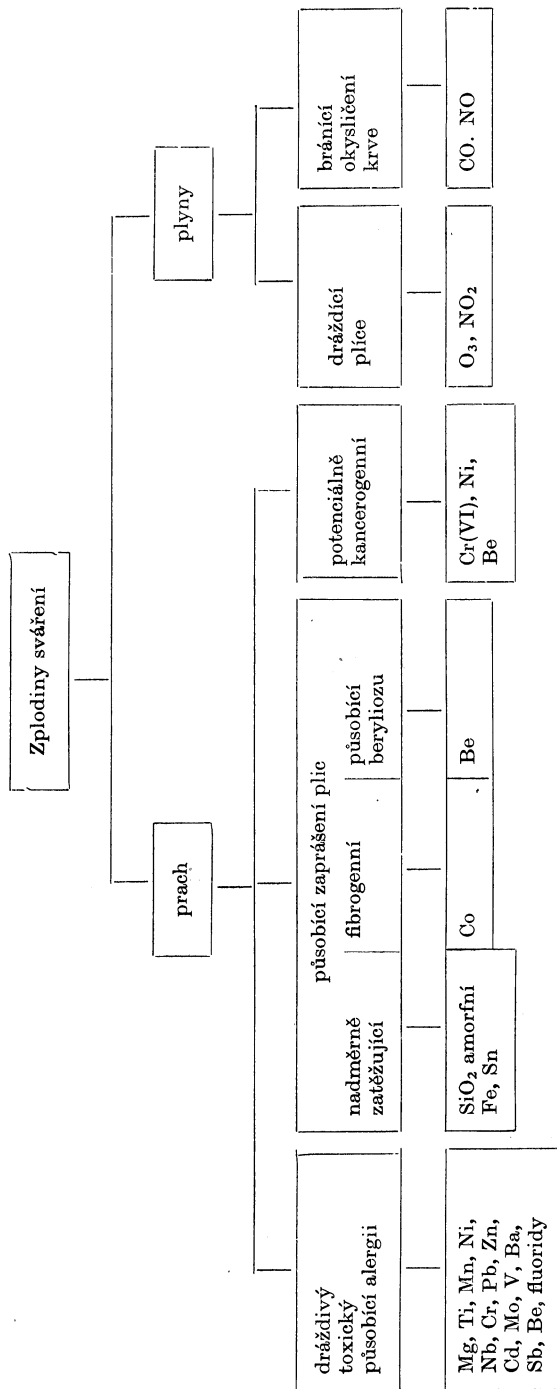
Vzhledem k vysokým teplotám, při nichž probíhá tavení, dochází k vývinu zplodin, které mohou být vdechovány svářecí a osobami, které ve svařovně pracují. Tyto zplodiny smíchané s chladným vzduchem z okolí vytvoří směs plynů a prachu, většinou s částicemi pod 5 μm, které vnikají do alveol dýchacího ústrojí. Obr. 1 představuje hlavní škodliviny obsažené ve zplodinách svařování. Kromě toho ochranná atmosféra používaná v některých případech musí být, alespoň zčásti, dosazována vzduchem.

Výdaj emisí a složení zplodin závisí na řadě činitelů, mezi něž zejména patří:

- postup (způsob) sváření,
- průměr drátu nebo elektrody, výkon elektrody,
- složení drátu nebo elektrody,
- složení a tloušťka obalu elektrody nebo složení a množství tavidla,
- parametry svařování, jako proud, napětí, délka oblouku, svářecí rychlost, trvání a frekvence prací aj.,
- poloha sváru (na rovině, v koutě apod.),
- charakter sváření: spojování součástí nebo navařování,
- množství a složení ochranné atmosféry,
- složení svařovaného kovu a popřípadě jeho předehřátí,
- přítomnost povlaků (nátěrů) nebo nečistot na svařovaném kovu.

Je nutné zajistit ochranu pracovníků před nebezpečím vdechování zplodin svařování jejich zachycováním na místě vzniku nebo, není-li to možné, použít celkového větrání dílny.

Opatření k zamezení vdechování zplodin je třeba brát jako nedílnou součást techniky sváření. Je stejně nutné zabývat se zařízením pro větrání, jako příslušenstvím, tj. ochrannými štíty, svářecími transformátory apod. Uvedení do provozu všech prostředků prevence musí být skutečně komplexně. Účinná prevence vyžaduje vědomost nebezpečí pro svářeče a jejich okolí a proto je třeba v rámci instrukcí svářeče informovat i o způsobu používání zařízení pro odsávání zplodin (např. o vzdálenosti sacího nástavce, nevstupovat mezi zdroj a sací nástavec



Obr. 1. Škodliviny obsažené ve svářecích zplodinách

apod.), protože jinak by zařízení bylo neúčinné.

1.2 Hlavní způsoby větrání svařoven

V této stati bude pojednáno o dvou hlavních způsobech větrání svařoven a v dodatku jsou některé doplňující konstrukční údaje. Jde o tyto systémy, které mohou být použity samostatně nebo v kombinaci:

- místní větrání (odsávání) zachycováním zplodin na místě vzniku
- celkové větrání neboli větrání ředěním zplodin

Místní větrání spočívá v zachycování zplodin sváření co nejbližší místa jejich vzniku, dříve než proniknou do oblasti dýchání pracovníků a dokud se nerozptýlí do ovzduší pracoviště. Místní větrání vyžaduje také menší průtok vzduchu než celkové větrání a tedy i menší investiční a provozní náklady.

Celkové větrání pracuje na principu ředění škodlivin přívodem čerstvého vzduchu v dostatečném množství na pracoviště tak, aby jejich koncentrace se pohybovaly pod hodnotami NPK. Ve své podstatě připouští celkové větrání určité znečištění vzduchu na svářecích pracovištích a navíc ještě dochází i k znečištění ovzduší na okolních pracovištích. Z tohoto důvodu se nedoporučuje je používat, než jako doplňku místního větrání, především k zajištění minimálního přívodu čerstvého vzduchu na pracoviště a k rozředění škodlivin, které popřípadě uniknou z dosahu místního větrání.

Místnímu větrání je třeba dát vždy přednost, zejména, jedná-li se o značný únik nebezpečných škodlivin. Na celkové větrání je třeba se dívat jako na obecné technické řešení asanace vzduchu, jsou-li škodliviny jen málo toxické, jejich vývin je slabý, jsou-li dělníci dostatečně vzdáleni od jejich zdrojů a je-li instalace místního větrání technicky neproveditelná. V některých případech je ovšem možné místní větrání instalovat po reorganizaci práce v dílně, např. seskupením roztroušených pracovišť nebo mobilní pracoviště změnit na stálé nebo polomobilní.

2. Volba systému větrání v závislosti na stupni ohrožení

2.1 Úvod

Návrh systému větrání se má dít ve třech etapách:

- volba systému odvodu vzduchu, který je pro dané podmínky vhodný,
- výpočet objemového průtoku vzduchu při uvažování charakteristiky větracího zařízení,
- volba systému přívodu vzduchu k úhradě odvedeného.

V případě svařování je způsob řešení asanace vzduchu mnoho, ale žádný z nich není univerzální, aby jej bylo možno použít ve všech případech. Proto musí volba systému

větrání vycházet z dané situace a přitom zejména:

- ze stupně ohrožení dané operace — různé způsoby větrání mají za výsledek různé účinnosti a stupně bezpečnosti,
- z přirozených omezení, vyplývajících ze situování pracoviště, místních podmínek a z povahy svářecích prací (rozměrů svařovaných dílů, rozsahu pohybu svářečů apod.).

2.2 Stupeň ohrožení

Aby bylo možno určit stupeň ohrožení dané operace, je třeba uvažovat dva činitele: — chemické složení zplodin, čímž je dána jejich toxicita a tedy i limit, po jaký mohou být svářeči škodlivinám vystaveni, — množství unikajících zplodin a tedy množství vytvořených škodlivin za jednotku času.

Tyto činitele závisejí na podmínkách uvedených v odst. 1.1.

Pokud se týče chemického složení, je třeba rozeznávat z hlediska vzrůstající toxicity:

- sváření běžných nebo málo legovaných ocelí (železo, uhlíkatá ocel, konstrukční ocel), u nichž mezní doby expozice z hlediska ohrožení jsou delší (železo, potaš, vápník),
 - sváření legovaných ocelí (nerez, žáruvzdorná ocel, zvláště tvrdé oceli aj.), které produkují škodliviny s krátkou mezní dobou expozice jako chrom, vanad, nikl aj.
- Pokud se týče množství unikajících škodlivin:
- u obalovaných elektrod pod $\varnothing 3,5$ mm (včetně pláště) je únik škodlivin mírný,
 - u obalovaných elektrod okolo $\varnothing 4$ mm s průměrem svařovacího drátu okolo 1,2 mm je únik škodlivin zvýšený,
 - u obalovaných elektrod velkých průměrů (nad $\varnothing 5$ mm) se svářecím drátem od $\varnothing 1,6$ mm používaném v ochranné atmosféře CO_2 a u elektrod vysoce účinných je únik škodlivin velmi intenzivní.

2.3 Volba větracího zařízení

Různé způsoby řešení použitelných k asanaci svářecích pracovišť nelze považovat za rovnocenné z hlediska jejich účinnosti a hospodárnosti jejich správného a účelného použití.

Při uvažování kritérií, jako:

- principu funkce — místním větráním nebo ředěním,
- stupně izolace zdroje spolu se zařízením k zachycování škodlivin,
- případné nutnosti poučení svářečů k zajištění správného zacházení se zařízením,
- rizika rušení ochranné atmosféry, je možné hodnotit větrání podle vhodnosti sestupně:
- svářecí kabina,
- místní větrání (odsávání) stabilního svářecího místa,
- místní větrání mobilního svářecího místa,
- odsávání bezprostředně od zdroje,
- celkové větrání.

Tab. 1. Směrnice pro volbu způsobu větrání v závislosti na stupni ohrožení

charakteristika	Stupeň ohrožení		Svářecí kabina	Místní větrání			Celkové větrání	Střeňovitý nástavec
	vývin zplodin	na stálém stanovišti		na mobilním stanovišti	bezprostředně od zdroje			
		boční				spodní		
sváření legovaných ocelí (nerez, žáruvzdorné), navařování tvrdokovů na silně legované výrobky	velmi silný	použitelné	doporučená	použitelné (1)	nedoporučené	nedoporučené	nedoporučené	
	silný							použitelné (2)
	mírný							
sváření běžných a nízko legovaných ocelí	velmi silný	doporučené	použitelné (3)	použitelné (3)	použitelné (3)	použitelné (3)	je třeba vyloučit	
	silný							
	mírný							

Poznámky: (1) s výjimkou rozměrných předmětů za podmínek přísného respektování kritérií pro větrání a zabezpečení doplňujícího celkového větrání
 (2) předměty malé výšky
 (3) s výhradou zvlášť přísného respektování správných podmínek obsluhy a údržby

Tab. 2. Svářecí kabiny

Výhody	Nevýhody
zachycení škodlivin bez ohrožení svářeče účinné odsávání izolované pracoviště	postavení svářeče je omezeno vhodné pro předměty, které lze svářet z jednoho místa nevhodné pro větší předměty obtížný přístup pomocí jeřábu svářeč se cítí osamocen

Před volbou je třeba vyvinout úsilí ke snížení stupně ohrožení na minimum, tj. použít postupů s vývinem malého množství méně toxických zplodin. Nebezpečí narušení ochranné atmosféry kolem oblouky a obtíže s tím spojené vysvětlují umístění odsávacího připojení bezprostředně ke zdroji v uvedeném hodnocení, i když existují případy úspěšného řešení tohoto typu. Je třeba usilovat, aby díky technickému pokroku ve svařování a v zachycování zplodin se odsávání bezprostředně od zdroje v žebříčku hodnocení vrátilo tam, kam právem náleží.

Tab. 1 udává na příkladech orientačně stupně ohrožení při různých způsobech řešení větrání. K tomu budiž poznamenáno:

- celkové větrání smí být použito jen jako poslední možnost, jestliže jiné řešení bylo shledáno, na základě seriózního studia, za technicky nereálné a jen pro případ slabého vývinu málo jedovatých látek,
- zachycování zplodin svaření za pomoci velkého sacího nástavce umístěného nad zdrojem, tzv. střežovitého nástavce, má být omezeno jen na ty případy ručního a poloautomatického svaření uváděné v tomto dokumentu, protože při tomto řešení se hlava svářeče nachází mezi zdrojem a nástavcem, což nepředstavuje vůbec žádnou ochranu pro svářeče a naopak by mohlo dojít ke zvýšení množství vdechaných zplodin.

3. Řešení větracích zařízení

3.1 Úvod

V první řadě je třeba provést průzkum za účelem dokonalého seznámení s pracovištěm a jeho okolím, aby bylo možno navrhnout řešení nejlépe odpovídající hygienickým požadavkům a nebylo na obtíž. V rámci průzkumu by měla být předvedena i práce s materiálem, který se bude používat.

Níže uvedená řešení jsou ta, která se nejběžněji používají. Pro řešení zvláštních problémů musí být navržena speciální zařízení. Ke každému požadavku musí být dána kritéria na větrání, která umožní výpočet potřebného objemového průtoku vzduchu.

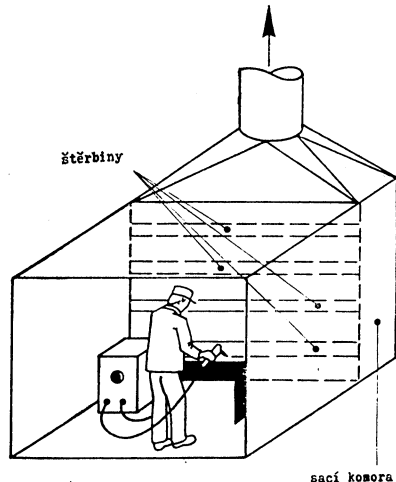
V případě ručního svaření obalovanými elektrodami nebo poloautomatického je třeba dát pozor, aby nedošlo k takovému rychlostem proudění vzduchu okolo sváru, při nichž by se narušila jeho kvalita v důsledku rozpadu obalu nebo rozrušení ochranné atmosféry.

Parametry dále uvedené umožní účinné zachycení zplodin, aniž by došlo k narušení kvality sváru. Byly stanoveny na základě doporučení ACGIH (Americká konference vládních průmyslových hygieniků) a jiných institucí. Všeobecně se uvádí, že při rychlosti proudění vzduchu kolem sváru do $0,5 \text{ m s}^{-1}$ je kvalita sváru dobrá.

3.2 Místní větrání

Svářecí kabiny

Svářecí kabina je zařízení, které obklopuje zdroj škodlivin i svářeče. Při použití svářecí kabiny je třeba se řídit třemi podmínkami: — svářeč se nesmí nikdy ocitnout mezi zdrojem emisí a zadní odsávací stěnou, — proudění vzduchu má být po celém průřezu co nejrovnoměrnější, což lze docílit např. sací komorou se štěrbínami, jako na obr. 2,



Obr. 2. Svářecí kabina.

— objemový průtok vzduchu se počítá ze vzorce

$$\dot{V} = S \cdot v_0 \quad [\text{m}^3 \text{ s}^{-1}] \quad (1)$$

kde S = plocha vstupního otvoru (průřezu) kabiny $[\text{m}^2]$,

v_0 = rychlost vzduchu v tomto otvoru $[\text{m s}^{-1}]$;
rychlost v_0 se volí ve všech případech $0,5 \text{ m s}^{-1}$.

Nesmí se zapomenout zajistit úhradu odvedeného vzduchu a zejména v zimě jeho ohřátí, aby nedošlo k narušení pohody svářeče vlivem proudícího vzduchu. Hlavní výhody svářecích kabin jsou uvedeny v tab. 2.

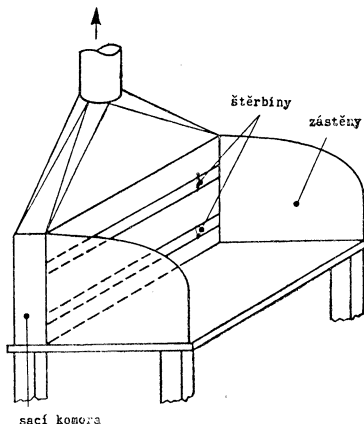
Odsávání stabilního pracoviště

Zde je používáno odsávání pomocí svářecích stůlů, a to buď zadního (obr. 3), nebo spodního (obr. 4). V obou případech se velmi doporučuje vybudování zástěn, pokud možno pohyblivých, aby bylo možno svářeči místo co nejvíce omezit.

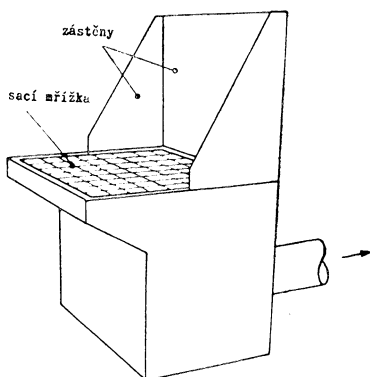
V obou případech svářecích stůlů se při výpočtu objemového průtoku odsávaného vzduchu vychází z rychlosti v_0 v místě svaření a to $v_0 = 0,5 \text{ m s}^{-1}$. Na základě vztahů známých z literatury pro pokles sací rychlosti se vzdáleností od sacího otvoru

(viz též přílohu 1) se zjistí rychlost v sacím otvoru a z ní pak množství odsávaného vzduchu.

V případě svářecích stůlů se spodním odsáváním může být uvedený výpočet nahrazen



Obr. 3. Svářecí stůl se zadním odsáváním.



Obr. 4. Svářecí stůl se spodním odsáváním.

přibližným, vycházejícím ze střední rychlosti vzduchu vztahené na celkovou plochu sací mřížky, a to $v_s = 0,75 \text{ m s}^{-1}$, takže

$$\dot{V} = S \cdot v_s \quad [\text{m}^3 \text{ s}^{-1}] \quad (2)$$

kde S = celková plocha mřížky $[\text{m}^2]$.

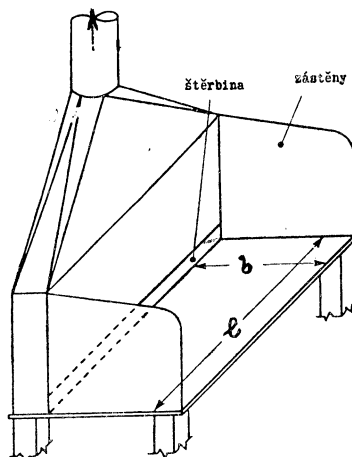
Tohoto vzorce je možno použít jen za podmínek:

- jestliže se svařuje jen na plochách kolmých k sací mřížce,
- není-li místo sváru vzdáleno od mřížky více než

$$h \leq 0,25 \sqrt{S} \quad [\text{m}], \quad (3)$$

- není-li nebezpečí narušení ochranné atmosféry, přiblíží-li se svářeč příliš blízko k mřížce.

Výhody a nevýhody svářecích stůlů jsou



Obr. 5. Svářecí stůl se zadním odsáváním — k příkladu ($b = 0,65 \text{ m}$, $l = 1,2 \text{ m}$).

uvedeny v tab. 3. Některé typy svářecích stůlů jsou vyráběny s pomocným sacím otvorem, umožňujícím připojit pohyblivý sací nástavec, popř. zařízení ke svařování rozměrných předmětů (mobilní pracoviště) — viz dále. Množství odsávaného vzduchu u svářecího stolu se zadním odsáváním podle obr. 5 se vypočte z rovnice

$$\dot{V} = \frac{\pi}{2} \cdot l \cdot b \cdot v_0 \quad [\text{m}^3 \text{ s}^{-1}], \quad (4)$$

kde l = délka pracovního stolu $[\text{m}]$,
 b = šířka pracovního stolu $[\text{m}]$.

Při výpočtu se vychází z odsávací rychlosti $v_0 = 0,5 \text{ m s}^{-1}$ v místě nejvíce vzdáleném od sací štěrbiny. Rovnice (4) platí pro svářecí stůl s postranními zástěnami. Není-li stůl jimi vybaven, je nutno objemový průtok vypočtený z rovnice (4) zvětšit asi o 20 %. V případě řešení svářecího stolu podle obr. 3 (rozdělení odsávacího vzduchu po výšce zadní stěny — sací komory), kteréžto řešení se lépe hodí ke svařování vyšších předmětů, se objemový průtok odsávaného vzduchu vypočítá podle vzorce

$$\dot{V} = k \cdot l \cdot b \cdot v_0 \quad [\text{m}^3 \text{ s}^{-1}], \quad (5)$$

kde k je bezrozměrný součinitel v hodnotě 2,4 pro případ stolu s bočními zástěnami a 2,8 bez nich.

Větrání mobilního svářecího místa

Umožňuje zabránit vdechování škodlivin svářecí pomocí zařízení, která mohou být přemísťována tak, aby sledovala postup svařování. Tato zařízení možno dělit do dvou kategorií:

- štíty s integrovaným odvodem vzduchu, takže odsávání automaticky sleduje pohyb svářeče,
- odsávací zařízení s možností přestavování sacího nástavce svářecím s postupem sváru.

Tab. 3. Svářecí stoly

Výhody	Nevýhody
zachycování zplodin bez obtěžování svářeče	omezení jen na práce na stabilním pracovišti omezení jen na menší předměty další nevýhody u svářecích stolů se spodním odsáváním: omezení jen na předměty malé výšky předměty nesmějí zakrývat sací mřížku odsávání proti přirozené tendenci teplých plynů stoupat problémy s čištěním a propadáním předmětů mříží

Tab. 4. Větrané svářecí štíty

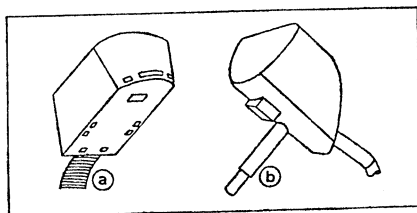
Výhody	Nevýhody
řešení použitelná na mobilních pracovištích malé objemové průtoky využití nezbytné ochranné pomůcky, která se pohybuje se svářečem	nepohodlné vzhledem k větší hmotnosti štítu a připojené hadice u štítu s napojením hadice na „nos“ snižená viditelnost a ovladatelnost u štítů s odvodem štěrbinami po obvodě je účinnost snižena, není-li štít v oblaku dýmu, což nutí svářeče stále naklánět hlavu směrem k oblaku

V případě štítů s integrovaným odsáváním jsou sací štěrbinny buď po jejich obvodě — v tom případě je štít dvojitý a vytvořený prostor tvoří jakousi sací komoru, nebo je v místě nosu připojena sací hubice (obr. 6). Štíty jsou propojeny hladicí na zdroj podtlaku o malém objemovém průtoku a vysokém podtlaku. Hadici je výhodné uchytit na otočné či sklopné rameno. Výhody a nevýhody svářecích štítů jsou uvedeny v tab. 4 a objemový průtok vzduchu v nich se pohybuje zpravidla mezi 150 až 250 m³ h⁻¹.

V případě, že odsávací zařízení je určeno pro menší se místo sváru, pak je možné ještě řešení pomocí otočných nebo posuvných ramen s hadicemi většího průměru, zakončených sacími nástavci (obr. 7 nahoře), které mohou být popřípadě přichyceny ke svářecímu předmětu pomocí magnetu. Také u tohoto řešení se při výpočtu objemového průtoku vychází z rychlosti odsávaného vzduchu v místě sváru 0,5 m s⁻¹. Objemový průtok,

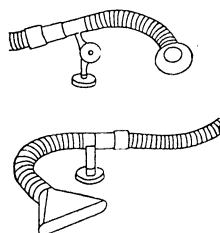
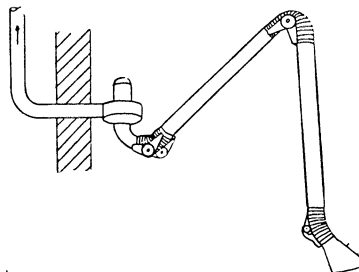
jako funkce závislosti vzdálenosti místa sváru od sacího otvoru, se pak vypočte buď na základě rychlostního spektra nasávacích otvorů známého z literatury, nebo z rovnic uvedených v dodatku 1.

Protože sací rychlost se vzdáleností od sacího otvoru rychle ubývá, je třeba s ohledem na dodržení rychlosti 0,5 m s⁻¹ v místě sváru, aby nástavec byl blízko sváru a aby místo sváru bylo co nejvíce omezeno zástě-



Obr. 6. Svářecí štíty

- a) s bočními sacími štěrbinami,
b) s odsáváním v místě nosu.



Obr. 7. Přemístitelné sací nástavce.

Tab. 5. Odsávání pomocí přestavitelných sacích nástavců

Výhody	Nevýhody
řešení použitelná na mobilních pracovištích zachycování zplodin v blízkosti sváru objemové průtoky malé až střední	nutnost přestavování sacího nástavce svářečem rychlý pokles účinnosti se vzdáleností od sacího nástavce pracovní prostor je omezený délkou hadice napojené na zdroj odsávání množství odsávaného vzduchu proměnné, podle toho, je-li hadice či rameno narovnáno nebo zkrouteno

Tab. 6. Odsávané svářečí hlavy

Výhody	Nevýhody
řešení použitelná na mobilních pracovištích účinné odsávání bezprostředně od zdroje a pohybuje se se zdrojem malý objemový průtok zlepšení viditelnosti sváru	nutnost seřizování svářečem nebezpečí narušování ochranné atmosféry potíže se zvýšenou hmotností držáku a připojenou odsávací hadicí zvýšená spotřeba ochranné atmosféry větší časová náročnost při čištění hlavy snížená účinnost při svařování nad hlavou nebo na vnějším úhlu

nami. Naproti tomu, jestliže svářeč používá místního odsávání a nemůže sací nástavec umístit do patřičné blízkosti sváru, je účinnost zachycování zplodin nízká.

Výhody a nevýhody odsávacích zařízení s přemístitelnými sacími nástavci jsou uvedeny v tab. 5. Nejzávažnější nevýhodou je nutnost zavázat svářeče, aby kromě svařování obsluhoval ještě správně odsávací zařízení. Přemístitelné sací nástavce s malým objemovým průtokem vzduchu mohou být umístěny jen velmi blízko sváru a musejí být stále přemísťovány, aby sledovaly postup sváření. Hodí se pro práce na těžko přístupných místech, jako např. uvnitř nádob (obr. 7 dole). Odsávací zařízení s nástavci na přestavitelném rameni nemusejí být tak často přemísťovány, avšak za cenu vyššího objemového průtoku. Mají akční rádius 2 m (jednoduché) až 6 m (dvojité). Jejich mechanika (pohyblivost, vyváženost) vyžaduje péči, což je podmínkou snadnosti prostorového nastavení jejich sacích nástavců.

Odsávání kombinované se svářecími hlavami

Odsávání se děje z bezprostřední blízkosti svářečící oblouku pomocí sací hadice, která bývá buď připojena bočně k svařovací hlavě, nebo ji obklopuje. Zplodiny jsou pak odváděny hadicí napojenou na zdroj sání o nízkém objemovém průtoku a vysokém podtlaku. Toto zařízení se samozřejmě nehodí pro ruční

svařování pomocí obalovaných elektrod — je omezeno na poloautomatické svařování. Odsávané množství podle konstrukce se zpravidla pohybuje od 50 do 110 m³ h⁻¹. U sací hubice v bezprostřední blízkosti sváru je nebezpečí narušení ochranné atmosféry zvláště veliké, což vede svářeče:

- ke zvyšování průtoku ochranné atmosféry, což má za následek vzrůst nákladů na svařování,
- k regulování objemového průtoku vzduchu nebo ke změně nastavení hubice, aby bylo dosaženo dobrých podmínek svařování,
- nejčastěji ke svévolnému omezení účinnosti odsávání.

Z těchto důvodů používání svářecích hlav s integrovaným odsáváním je omezeno na ty opakované operace, které nevyžadují časté seřizování a kdy mohou být připojené hadice zavěšeny v jednom bodě. Vyžaduje to často určitý čas na zapracování obsluhujícího. Výhody a nevýhody odsávaných svářecích hlav jsou v tab. 6.

Pokrok povede k rozšíření používání odsávaných svářecích hlav se zaměřením na zvýšení jejich ovladatelnosti, snížení hmotnosti a k potlačení nebezpečí narušování ochranné atmosféry.

Příklady

- Uvažujeme kabinu podle obr. 3 o rozměrech vstupního otvoru 1,5 × 2 m. Jestliže

rychlost ve vstupním otvoru kabiny volíme $0,5 \text{ m s}^{-1}$, pak podle rovnice (1) je průtok odsávaného vzduchu

$$\dot{V} = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 5400 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

— Pro svářeči stůl $0,65 \times 1,2 \text{ m}$ se zadní štěrbinou při pracovní ploše a se zástěnami po stranách (obr. 5) určit průtok odsávaného vzduchu.

Použijeme rovnici (4) a pro daný stůl vychází

$$\dot{V} = \frac{3,14}{2} \cdot 1,2 \cdot 0,65 \cdot 0,5 = 0,61 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 2020 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

— Stanovit objemový průtok odsávacího zařízení s přestavitelným nástavcem s kruhovým sacím otvorem bez příruby (límce) o průměru $0,3 \text{ m}$, který je nastaven nejvýše na vzdálenost $0,3 \text{ m}$ od místa sváru. Objemový průtok se vypočte na základě rovnice změny rychlosti se vzdáleností od kruhového sacího otvoru bez příruby (viz dodatek 1)

$$\dot{V} = (10x^2 + S) v_x \quad [\text{m}^3 \text{ s}^{-1}],$$

kde S = plocha sacího otvoru $[\text{m}^2]$,

x = vzdálenost sacího otvoru od místa sváru m ,

v_x = rychlost nasávaného vzduchu ve vzdálenosti x $[\text{m s}^{-1}]$.

Jestliže volíme rychlost $v_x = 0,5 \text{ m s}^{-1}$, pak

$$\dot{V} = \left[10 \cdot (0,3)^2 + \frac{3,14}{4} (0,3)^2 \right] \cdot 0,5 = 0,49 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 1770 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$$

3.3 Celkové větrání

Celkové větrání jako doplněk místního odsávání

V případě odsávání zplodin přímo od zdroje je třeba uvažovat s přívodem čerstvého vzduchu na pracoviště, aby zde bylo dosaženo výměny vzduchu a rozředění uniklých škodlivin.

Průtok přídavného vzduchu \dot{V}_p , závisí na řešení odsávání a vypočítá se podle rovnice

$$\dot{V}_p = (1 - \eta) \dot{V} \quad [\text{m}^3 \text{ h}^{-1}] \quad (6)$$

kde η = účinnost odsávacího zařízení,

\dot{V} = průtok vzduchu pro celkové větrání,

ni, jehož by bylo zapotřebí, kdyby toto zařízení bylo jediné (bez místního odsávání) $[\text{m}^3 \text{ h}^{-1}]$ (viz dodatek 2).

Není-li účinnost odsávání známa (měřením nebo z projekčních podkladů), je možno přibližně volit objemový průtok doplňujícího celkového větrání ve výši $0,2 \dot{V}$.

Celkové větrání používané samostatně

Jak již bylo řečeno, nesmí být celkového větrání použito jako jediného způsobu řešení větrání svařoven s výjimkou, že místní větrání není technicky možné a kdy zplodiny sváření jsou málo toxické a jejich výron je malý.

Návrh celkového větrání závisí od řady činitelů, které je často těžko nebo i nemožno vyhodnotit. Ale i při znalosti některých rozhodujících momentů je to obtížné a vyžaduje to značné zkušenosti. Všechny systémy celkového větrání vyžadují předběžnou studii s uvažováním takových činitelů, jako je:

- počet a rozložení zdrojů škodlivin,
- produkce a teplota zdrojů,
- jedovatost zplodin,
- geometrie pracoviště (potřebný prostor a situování),
- vliv místních meteorologických podmínek v případě přívodu venkovního vzduchu,
- riziko šíření tepla za určitých klimatických podmínek.

Z toho vyplývá všeobecně důležitost dimenzování i uspořádání zařízení. Údaje pro dimenzování uvedené ve 2. dodatku je třeba považovat jen jako směrné.

Nutnost přivádět čerstvý vzduch na místo odvedeného je blíže vysvětlena ve stati 4.1. Výhody či nevýhody celkového větrání jsou shrnuty v tab. 7. Je třeba zdůraznit, že celkové větrání dimenzované tak, že zředí škodliviny v souladu s hygienickými předpisy, není ještě hygienicky nezávadné, pokud se svářeč svými ústy pohybuje v blízkosti místa sváru a tedy zdroje nečistot.

4. Doplňující zařízení

4.1 Přívod kompenzačního vzduchu

Vzduch odvedený místním odsáváním nebo celkovým větráním musí být nahrazen stejným průtokem čerstvého vzduchu k

Tab. 7. Celkové větrání

Výhody	Nevýhody
není třeba zásahu svářečů nepřekáží svařování hodí se pro veliké kusy nebo velký počet pohyblivých či roztroušených zdrojů s malými výrony málo toxických zplodin	působí příznivě na okolí místa svařování, ale špatně chůzí svářeče vždy se vyskytuje zbytkové znečištění omezeno jen na slabé a málo toxické emise obtíže s usměrňováním a kontrolou pohybu vzduchu, velké objemové průtoky vzduchu

- zajištění účinnosti systému větrání; nedostatek kompenzujícího vzduchu způsobuje podtlak, který představuje dodatečný odpor pro ventilátory, a to vede ke snížení objemového průtoku vzduchu (což je zejména citlivé v případě axiálních ventilátorů), a tím i ke snížení účinnosti systému,
 - potlačení průvanů při otevírání dveří, oken apod.; průvany mohou vést ke snížení účinnosti odsávacích zařízení, rozptýlit škodliviny po dílně, rozvířit usazený prach a vyvolat teplenou nepohodu pro osazenstvo,
 - zamezení, aby vzduch zásobující přilehlé prašné zóny nevnikal do svařovny,
 - zajištění správné funkce pecí a komínů,
 - omezení potíží při otevírání dveří.
- Nejčastěji je přívod vzduchu roven celkovému průtoku vzduchu odváděného odsávacími a odvětracími zařízeními, technologií včetně pecí a popřípadě topidel napojených na komíny. Doporučuje se takto dimenzovaný přívod ještě asi o 10 % zvýšit pro možné změny větrání. To však není podmínkou, jestliže je požadavkem udržet v dílně mírný podtlak, aby se zamezilo unikání škodlivin do okolí.

Přiváděný vzduch musí být ohříván, je-li to třeba a do místnosti vyfukován difuzory, aby nedocházelo k průvanům a pokud možno tak usměrněn, aby nejprve zásoboval pásmo pobytu a pak teprve oblast s vývinem škodlivin.

Používané objemové průtoky jsou většinou velké a tak jsou i investiční a provozní náklady vyšší (energie k pohonu ventilátorů, pro ohřívání vzduchu, náklady na údržbu apod.). Kromě toho náklady na provoz celkového větrání jsou značně vyšší ve srovnání s náklady na místní větrání. Tyto možno snížit použitím rekuperačních výměníků k získání tepla z odpadního vzduchu.

4.2 Odvod zplodin svařování

Rychlost vzduchu v potrubí odsávaného vzduchu má být dostatečně velká, aby zde nedocházelo k usazování prachu. Vyjde-li z granulometrie prachu produkovaného při svařování, má být tato rychlost mezi 10 až 15 m s⁻¹ v závislosti na koncentraci kouře v odsávaném vzduchu a naopak nemá překročit 20 m s⁻¹ z hlediska potlačení hluku. Vysoké rychlosti by měly být použity jen v případě bezprostředního odsávání od zdroje, kdy koncentrace kouře jsou vysoké.

4.3 Odpadní vzduch

Odpadní vzduch od sváření se vypouští buď do atmosféry nebo se po vyčištění vrací zpět do dílny.

Vypouštění odpadního vzduchu

Nejjednodušší ze způsobů likvidace odpadního vzduchu od svařování je jeho vypouštění do atmosféry. Přitom výfuk musí být umístěn tak, aby odpadní vzduch neznečišťoval nasávaný čerstvý vzduch. Dovo-

ručuje se rekuperace tepla. V případě nutnosti chránit okolní prostředí, musí odpadní vzduch být před vypuštěním vyčištěn. Jednotlivá odsávací zařízení ve svařovně mohou mít samostatná potrubí odpadního vzduchu vyvedená ven nebo mohou být zaústěna do společného komína. Zplodiny zachycené jednotlivými sávcími nástavci, hubicemi či štěrbínami mohou být svedeny do jednoho centrálního potrubí vedeného svařovnou a napojeny na centrální zdroj odsávání.

Vracení vzduchu po vyčištění

Navrácení odsátého vzduchu (recirkulace) po jeho vyčištění zpět do svařovny vypadá na první pohled z ekonomického hlediska zajímavě. Toto řešení ovšem nezajišťuje stejný stupeň hygieny jako vyvedení odpadního vzduchu do atmosféry a proto se doporučuje dát přednost výfuku ven v kombinaci s rekuperaací tepla.

Recirkulace vzduchu je možná jen za určitých podmínek limitujících její obecné použití a pak by měla být doprovázena větším počtem měření škodlivin v ovzduší. Proto je třeba před každým návrhem recirkulace obrátit se na hygieniky.

A nyní několik poznámek k řešení zařízení pro recirkulaci vzduchu u odsávacích zařízení pro svařování obloukem.

V první řadě by zařízení k čištění zplodin sváření měla obsahovat hrubý předfiltr k zachycení velkých nečistot (kousků kovu, strusky apod.) a za ním instalovat buď elektrický nebo textilní filtr. Tyto prvky zachytí sice částice prachu, ale propustí plynné škodliviny (CO, NO_x, O₃, CO₂ aj), které v případě recirkulace se vrací do ovzduší dílny. Navíc elektrofiltry samy mohou být producentem ozónu.

Někteří konstruktéři odlučovacích zařízení k čištění vzduchu od zplodin svařování doplňují tyto dalším stupněm, který zachycuje plynné škodliviny adsorpcí na tuhý porézní povrch (např. aktivní uhlí). V současné době ani toto zcela nevyřeší problém plynů vznikajících při sváření, protože

- účinnost používaných látek (sorbentů) je pro většinu unikajících plynů slabá, popř. nulová,
- existuje nebezpečí, že adsorbované škodliviny budou desorbovány,
- není skutečně žádný jednoduchý prostředek, který by indikoval okamžik, kdy sorbent je nasycen; proto je důležité, aby patrony s náplní sorbentu byly správně dimenzovány a v pravidelných intervalech vyměňovány v závislosti na velikosti emise adsorbovatelných plynů.

Pokud se týče prachu produkovaného při sváření, výrobci odlučovačů udávají účinnost svých výrobků na základě normalizovaných metod měření. Je důležité ověřit si, zda uvedené účinnosti se dosáhnou za skutečných podmínek použití, které zejména představují — granulometrii velmi jemného prachu, všeobecně o velikosti pod 1 μm,

- lepkivé a aglomerační tendence tohoto prachu,
- koncentraci prachu v čištěném vzduchu. Pravidelná údržba nutná k udržení funkční schopnosti odlučovacích zařízení vyžaduje, aby svářeči byli motivováni pro tuto práci. Náklady na ty prvky, které je třeba vyměňovat, včetně nákladů na s tím související práce, je třeba vždy brát v úvahu při ekonomických výpočtech, použití recirkulace a nasazení rekuperačních výměníků. Je třeba, aby prvky určené k recirkulaci byly opatřeny zařízením na kontrolu
- tlakové ztráty filtrů (nebezpečí zanesení) pomocí diferenčních manometrů,
- objemového průtoku, např. pomocí odběru statického tlaku, a také byly zaznamenávány případné závady v systému.

Konečně je třeba uvažovat i kontrolní a poplašná zařízení pro případ překročení meze znečištění.

4.4 Kontrola a údržba odsávacích zařízení

Pravidelná údržba je nutná, aby se zachovala dobrá funkce zařízení. Zejména je třeba se soustředit na odlučovací zařízení a na zranitelné prvky (sací nástavce, odsávané hlavy, hadice apod.). Je též žádoucí občas kontrolovat lopatky ventilátorů, i když ventilátory dopravují vyčištěný vzduch, kontrolovat čistotu a těsnost zařízení aj.

Kvalitativní určení účinnosti odsávání může být získáno vizualizací proudění kouřem. Je možné pozorovat přímo rozložení oblaku kouře vyvíjeného při svařování nebo použít dýmovnice umístěné v pracovní zóně. Takováto vizuální zkouška poskytne obrázek o podmínkách šíření škodlivin, účinnosti odsávání, vlivu vzdušných proudů apod.

V druhé etapě se doporučuje kontrolovat pomocí anemometru rychlosti vzduchu proudícího do místa emise. Anemometr musí mít takovou citlivost, aby správně zachytil vyskytující se rychlosti. Minimální rychlosti, které lze spolehlivě měřit lopátkovými anemometry se pohybují asi v oblasti 0,3 až 0,5 m s⁻¹, žárovými anemometry v oblasti 0,05 až 0,1 m s⁻¹.

Ke zjištění objemového průtoku vzduchu zařízení lze použít několika způsobů, z nichž nejběžnější jsou

- sondáž rychlostního pole v průřezu potrubí pomocí Prandtlovy trubice,

- sondáž rychlostního pole na vstupu vzduchu do zařízení (např. vstupního otvoru kabiny) pomocí anemometru,
- měření statického tlaku na vstupu do zařízení, je-li znám součinitel vstupní tlakové ztráty.

Dodatek 1

Poznámky k větrání svařoven

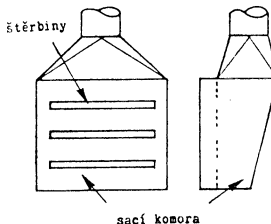
Všeobecné zásady místního větrání

Tab. 7 shrnuje zásady pro volbu některého z možných způsobů řešení místního větrání a pro výpočet potřebného objemového průtoku vzduchu.

Odsávací zařízení

Nejprve je třeba určit všechna místa, od nichž bude ve svařovně odsáváno a vzduch odveden mimo dílnu. Jde o tři způsoby řešení, seřazené sestupně podle preference:

- odsávací zařízení se vstupními prvky obklopujícími zdroj škodlivin (např. svářečí kabiny),
- odsávací zařízení se vstupními prvky přiléhajícími ke zdroji škodlivin a vyvolávajícími



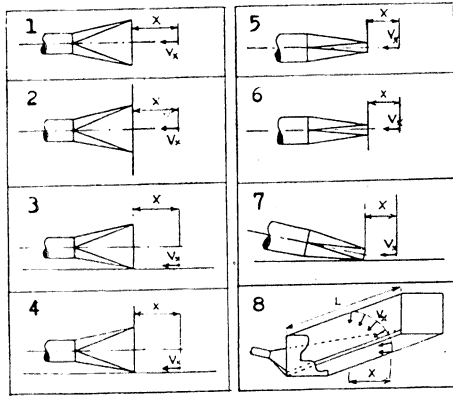
Obr. 8. Sací komora se šterbinami.

v místě vzniku emisí dostatečnou rychlost proudění, aby emise byly strženy a odvedeny (např. svářečí stoly),

- odsávací zařízení se vstupními prvky v blízkosti zdroje emisí, usměrňujícími proudění znečištěného vzduchu (např. střešovitě sací nástavce, jejichž použití se nedoporučuje, protože odporuje zásadě 3 v tabulce 8).

Tab. 8. Zásady místního větrání

1. Co nejvíce uzavřít zdroj škodlivin.
2. Umístit sací otvor co nejblíže ke zdroji škodlivin.
3. Zařízení řešit tak, aby se svářeč neocítl mezi zdrojem škodlivin a sacím otvorem.
4. Větrací zařízení řešit tak, aby se pokud možno využilo přirozené tendence pohybu zplodin.
5. Zachycovat škodliviny vyvoláním dostatečné nasávací rychlosti v místě jejich vzniku.
6. Nasávací rychlosti v místě vzniku škodlivin rovnoměrně rozložit.
7. Odsávaný vzduch kompenzovat odpovídajícím množstvím přiváděného vzduchu.
8. Vyvarovat se průvanů a tepelné nepohody.
9. Vyfukovat odpadní vzduch mimo oblast nasávání čerstvého vzduchu.



Obr. 9. Rovnice pro určení objemového průtoku vzduchu sacím nástavcem nebo štěrbinou

Legenda:

- 1 — sací nástavec bez přírubby (límce)
 $\dot{V} = (10x^2 + S) v_x$
- 2 — sací nástavec s přírubou
 $\dot{V} = 0,75(10x^2 + S) v_x$
- 3 — sací nástavec bez přírubby s příložnou plochou
 $\dot{V} = (5x^2 + S) v_x$
- 4 — sací nástavec s přírubou a s příložnou plochou
 $\dot{V} = 0,75(5x^2 + S) v_x$
 pro větší x
 $\dot{V} = 3,14x^2 v_x$
- 5 — štěrбина bez přírubby
 $\dot{V} = 3,7Lxv_x$
- 6 — štěrбина s přírubou
 $\dot{V} = 2,8Lxv_x$
- 7 — štěrбина bez přírubby s příložnou plochou
 $\dot{V} = 2,8Lxv_x$
- 8 — štěrбина se dvěma na sebe kolmými příložnými plochami
 $\dot{V} = 1,6Lxv_x$

V rovnicích značí:

- \dot{V} = objemový průtok [$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$]
 S = plocha sacího otvoru [m^2]
 L = délka štěrbiny [m]
 v_x = rychlost vzduchu [m s^{-1}] ve vzdálenosti x [m]

Poznámka: Sacím nástavcem se rozumí kruhový otvor nebo čtyřhranný s poměrem stran do 1 : 5, štěrбина pak otvor s poměrem stran větším než 1 : 5.

V případě zařízení se vstupními prvky přiléhajícími ke zdroji se objemový průtok nasávaného vzduchu zjišťuje buď pomocí obrazců nasávacích spekter uvedených v literatuře, nebo pomocí vzorců uvedených v obr. 9, které vyjadřují pokles rychlosti v ose sacího otvoru se vzdáleností od něho.

Úpravy k rovnoměrnému rozdělení vzduchu

Existují různé způsoby řešení, jak dosáhnout rovnoměrného rozdělení vzduchu po délce či ploše: kónické komory, štěrbin v kombinaci se sací komorou, štěrbin v proměnného

průřezu, dělicí lopatky, mřížky s proměnnou perforací apod. Blíže podrobnosti najdeme v literatuře. Doporučuje se zapamatovat si tato dvě empirická pravidla: V případě použití sacího nástavce úhel jeho rozvětvení se doporučuje 60° a nemá nikdy překročit 90° . V případě komory s několika štěrbinami po její ploše (obr. 8) má rychlost ve štěrbinách být minimálně dvojnásobkem rychlosti v komoře.

Dodatek 2

Určení objemového průtoku vzduchu při celkovém větrání

Výpočtový vzorec

Za předpokladu znalosti omezení uvedených ve stati 3.3 je výpočet objemového průtoku celkového větrání pro svařovny, kde se svařuje elektrickým obloukem, velmi delicate. Vyjdeme-li z průzkumu situace a z přehledu o výkonech systémů celkového větrání, lze najít nějaká východiska ke koncepci zařízení.

Podle ACGIH je objemový průtok vzduchu dán rovnicí

$$\dot{V} = n \cdot k \frac{\dot{M}}{a} \quad [\text{m}^3 \text{s}^{-1}] \quad (7)$$

kde n = počet svářečů v dílně,

k = součinitel,

\dot{M} = průměrná emise škodlivin na jednoho svářeče [kg s^{-1}],

a = mezní hodnota expozice zplodinami [kg m^{-3}]*.

Součinitel k vyjadřuje stupeň zabezpečení aby se škodliviny nerozptýlily po dílně. Jeho výše závisí na:

- toxicitě zplodin sváření,
- umístění svářečů vzhledem ke zdrojům emisí,
- kvalitě rozdělení vzduchu v dílně (z hlediska zředění škodlivin a provětrání všech prostorů),
- rozložení zdrojů emisí a provozu svařovny,
- jiných současně vyvíjených škodlivin.

Vyhodnocení součinitele k je opravdu složité. ACGIH doporučuje, aby se jeho velikost pohybovala mezi hodnotami 3 až 10, v závislosti na výše uvedených činitelích. Zejména obtížné je stanovit hodnotu k

- je-li svářeč velmi blízko zdroje emisí (pak musí být k ještě zvýšeno),
- shromažďují-li se zplodiny pod stropem dílny, tj. v oblasti, kde se lidé nepohybují, což vede ke snaze hodnotu k snížit.

Pro praktické použití vzorce (7) je nutné určit vývin emisí \dot{M} , který lze zjistit na základě měření při reprodukci přesných podmínek sváření.

*) Jde o nejvyšší přípustnou koncentraci směsi škodlivin v pracovní oblasti. Pozn. recenzenta

Příklad

Uvažujeme případ mechanické dílny, kde se sváří na poloautomatu konstrukční ocel pomocí holého svářečského drátu. Vzhledem k tvaru svářených dílců nelze použít místního větrání (odsávání) a případ je nutno řešit celkovým větráním.

Průzkumem místních podmínek lze situaci charakterizovat takto:

- spotřeba svářečského drátu je 3000 kg za měsíc,
- celková doba sváření za měsíc je asi 170 h,
- pro tyto podmínky přichází v úvahu volba velikosti součinitele $k = 5$.

Měření uskutečněná na základě řady pokusů zjistila:

- tok emisí na jedno svářečské místo

$$\dot{M}_e = 1161 \text{ mg/min} = 19,35 \cdot 10^{-6} \text{ kg s}^{-1},$$

- hmotnost spotřebovaného svářečského drátu na jedno svářečské místo

$$\dot{M}_d = 147,1 \text{ mg/min} = 2,452 \cdot 10^{-3} \text{ kg s}^{-1}.$$

Konečně na základě chemické analýzy zplodin je limitní hodnota expozice

$$a = 5 \text{ mg m}^{-3} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ kg m}^{-3}.$$

Z uvedených zjištění vypočteme

— celkovou hmotnost spotřebovaného drátu

$$\dot{M}_{\text{celk}} = \frac{3000}{170 \cdot 3600} = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg s}^{-1},$$

— celkovou produkci emisí v dílně

$$\begin{aligned} \dot{M}_{\text{e celk}} &= 4,9 \cdot 10^{-3} \frac{19,35 \cdot 10^{-6}}{2,452 \cdot 10^{-3}} = \\ &= 38,67 \text{ kg s}^{-1} \end{aligned}$$

— objemový průtok vzduchu potřebný pro celkové větrání

$$\begin{aligned} \dot{V} &= k \frac{\dot{M}_{\text{e celk}}}{a} = \frac{38,67 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-6}} = \\ &= 38,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 139\,000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \end{aligned}$$

RECENZE

ZTV 4/85

V. N. Posochin

Rasčet městnyh otosov ot teplo-gazovydel'jajuščevo oborudovanija (Výpočet místního odsávání od zařízení s vývinem tepla a plynu)

Mašinostrojenije, Moskva 1984. 160 stran. 80 obr., 40 bibl. záz. Cena 55 kop.

Obsah spisu je rozdělen do šesti kapitol. Kapitola 1 obsahuje obecné údaje pro výpočet místního odsávání, jeho klasifikaci a základní charakteristiky proudů, vytvářejících se nad zdroji škodlivin. Velmi názorné je vyjádření vzájemného působení místního odsávání a celkového větrání při odvodu vznikajících škodlivin a zavedení optimální účinnosti místního odsávání. Proudění vzduchu v blízkosti nasávacích otvorů je věnována kapitola 2. Řešení je provedeno pomocí funkce komplexní proměnné pro bodové i přímkové sací zdroje a skutečné otvory kruhové, obdélníkové a šterbiny. Řešeny jsou rovněž případy proudění v blízkosti šterbinových otvorů při složitých případech přítoku vzduchu.

V kapitole 3 je uveden výpočet mezního výkonu odsávání uspořádaného souose se zdroji škodlivin. Uveden je způsob experimentálního stanovení vzájemného působení souosého systému volný proud — odsávání a výsledky výzkumu odsávání uspořádaného v ose zdrojů škodlivin.

Kapitola 4 obsahuje výpočet odsávání uspořádaného nesouose se zdroji škodlivin. Sem patří boční odsávání, odsávání od van, odsávání otvory v podlaze od zdroje, který je ve stejné rovině a systém difuzní zdroj — odsávání. V kapitole 5 jsou uvedeny výpočty odsávání od uzavřených zdrojů škodlivin s pracovními otvory ve svislých a vodorovných plochách krytu, od zdrojů plně zakrytých, se šterbinovými netěsnostmi a od zdrojů oddělených od okolního prostoru vzduchovou clonou (v publikaci označeno jako odsávání kompenzovaného typu). Poslední část kapitoly obsahuje výpočet odsávání intenzifikovaného (ve spisu označeno jako „aktivovaného“) proudem přiváděného vzduchu.

V 6. kapitole nalezne čtenář metodiku a příklady výpočtu odsávání od otevřených zdrojů. Nejprve je řešena otázka optimálního režimu místního odsávání vzhledem k odsávání celkovému. V dalším jsou uvedeny případy souosého, bočního a spodního uspořádání umístění sacího nástavce vzhledem ke zdroji.

Přílohy obsahují vzorce pro výpočet rychlostí proudění směřujícího k přímkovým zdrojům sání a pokusně získané hodnoty pro různé způsoby odsávání.

Všechny kapitoly jsou bohatě doplněny vypočtenými příklady. Spis je zaměřen především na případy odsávání vyskytující se ve strojírenských provozech. Teoretická řešení jsou však aplikovatelná na obecné případy vyskytující se v průmyslu. Předložená teoretická řešení jsou originální a spis v celkovém svém pojetí nemá obdoby v naší ani zahraniční literatuře. Pro praktickou aplikaci jsou udány zásady racionální konstrukce místního odsávání, které umožňují zmenšit průtok odsávaného vzduchu.

Spis je určen pro inženýrsko-technické pracovníky, kteří se zabývají výzkumem i projektováním větracích systémů a pro studenty technických vysokých škol. Bude přínosem pro teorii a konstrukci odsávacích zařízení i u nás.

Oppl

Ve zpravodaji, který pro interní potřebu vydává koncern České energetické závody za odborné spolupráce odborné skupiny pro teplárenství při ČV energetické společnosti ČSVTS, vyšly v roce 1984 tyto hlavní články:

č. 1/84

Ing. M. Kubín, CSc.:

Problematika hodnocení variant SCZT s přihlédnutím k regulačním výkonům v ES a ekologickým faktorům

Ing. L. Franko:

Příprava sdružené investiční výstavby zařízení pro zásobování teplem

Ing. J. Suchánek:

Minimalizace spotřeby kapalných paliv v koncernu ČEZ

Ing. K. Brož, CSc.: Využití sluneční energie v soustavách CZT

č. 2/84

Ing. J. Bouška:

Opatření ke zvýšení efektivity hospodaření tepelnou energií prováděná v SSSR.

Ing. P. Čtrnáctý, CSc.:

Příprava zákona o výrobě, rozvodu a spotřebě tepla

Ing. J. Valášek, CSc.: Stav a perspektivy rozvoje centralizovaného zásobování teplem a teplárenství ve světě

č. 3/84

Ing. B. Štefek:

Některé otázky související s posuzováním společenské efektivity zásobování teplem

Ing. J. Štambachr, CSc.: Problémy a směry zdokonalení kalkulací nákladů na teplo

Ing. J. Patočka, CSc., Ing. Z. Vítámvás, CSc.: Poměrové rozdělení úhrady za odběr teple užitkové vody

Ing. M. Vincent:

Příklad nesprávných tlakových poměrů sekundárních rozvodů tepla

č. 4/84

Ing. P. Lošťák:

Vyhodnocení hospodárnosti spolehlivého zásobování teplem ze soustav CZT za rok 1983

Ing. J. Jež, CSc., Ing. V. Witzlinger, CSc.: Datová báze závodních tepláren jako

podklad pro bilancování rozvoje závodní energetiky

Ing. Z. Hanzlíček: Termoregulační ventily n. p. Rudné doly Příbram

Ing. J. Suchánek, Ing. J. Ostrolucký, Ing. V. Mazdž:

Reálná koncepce rozvoje teplárenství v současných čs. podmínkách, nová řešení rozvojové teplofikační studie Ostravska

(Bš)

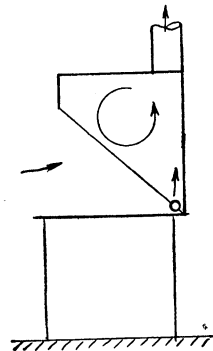
● Sací nástavce s vnitřním vírem

Fa. BAHCO uvedla na trh nový typ střežovitých sacích nástavců s nuceným vnitřním vírem. Princip činnosti je jednoduchý: působením svislého přívodu primárního vzduchu, vytékajícího otvory z trubky uložené v zadní části nástavce při pracovním stole (obr. 1) vytvoří se uvnitř po celé šířce nástavce vír vzduchu o vodorovné ose, který strhává nečistoty a ty jsou pak odvedeny sacím potrubím napojeným nahoře uprostřed nástavce. Sací účinek nástavce je rovnoměrný po celé jeho šířce a vír zvládne i přechodné přetížení. Současně je znemožněna kondenzace a usazování nečistot uvnitř nástavce.

Firma vyrábí nástavce v šesti velikostech pracovní šířky od 0,6 do 4 m z pozinkovaného plechu, nerezů nebo PVC. Jako přednosti nástavců udává zejména

- menší objemové průtoky ve srovnání s normálními střežovitými nástavci,
- vlivem přívodu primárního vzduchu je sací účinek po celé šířce nástavce konstantní,
- částice v proudu vzduchu vír zachytí a jsou pak snadno odvedeny (neusazují se),
- systém kromě ventilátoru nemá žádné pohyblivé části a je nenáročný na údržbu.

(Ku)



Obr. 1. Sací nástavec s vnitřním vírem.

ASHRAE Journal 26 (1984), č. 10

- Air diffusion and acoustics (Difúze vzduchu a akustika) — *Waeldner W. J.*, 21—25.
- Shallow ponds for dissipation of building heat (Mělké rybníky pro disipaci tepla budovy) — *Cantrell J. M.*, *Wepfer W. J.*, 26—30.
- ASHRAE standards process (Proces standardizace u ASHRAE) — 38—39.
- Simplified calculation of daylighting and window-related energy (Zjednodušený výpočet denní osvětlenosti v závislosti na energii, procházející oknem) — 44.
- ASHRAE research. 1984—85 report (Výzkum ASHRAE, výroční zpráva 1984—85) — *Seaton W. W.*, *Wright J. R.*, 49—72 (příloha 23 stran).

ASHRAE Journal 26 (1984), č. 11

- Mass & glass. How much? How little? (Hmot a prosklení v kompozici budovy) — *Santer D. M.*, *Barakat S. A.*, 26—30, 32.
- Cooling tower performance (Provoz chladicí věže) — *Webb R. L.*, 34—40.
- DDC (Přímá digitální regulace) — *Williams V. A.*, 45—46.
- Clothing insulation (Isolační schopnost oděvu) — 48.

Haustechnik Bauphysik Umwelttechnik 105 (1984), č. 6

- Praktische Erfahrungen mit Massnahmen zur Einsparung von Heizenergie am Beispiel des Wettbewerbes THERMA (Praktické zkušenosti s opatřeními k úspoře vytápěcí energie na příkladu soutěže THERMA) — *Zapke W.*, *Friedrich H.*, 285—292.
- System zur Messung der Haut- und Bekleidungstemperaturen des Menschen mit aktiven Halbleiterfühlern (System k měření teplot kůže a oblečení člověka aktivními polovodičovými čidly) — *Kirstein U.*, *Müller P.*, 292—294, 369—371.
- Herstellung und Verarbeitung von Glas; Verfahrenstechnik und Emission luftverunreinigender Stoffe (Výroba a zpracování skla; nástrojová technika a emise látek, znečišťujících vzduch) — *Trier W.*, 299/S5 — S10/304.
- Messtechnische Erfassung der Emissionen von luftverunreinigenden Stoffen aus Anlagen zur Herstellung und Bearbeitung von Glas (Zjišťování technikou měření emisí látek, znečišťujících vzduch, ze zařízení na výrobu a zpracování skla) — *Schubert A.*, S10/304 — S16/310.
- Massnahmen zur Emissionsminderung von Luftverunreinigungen bei Anlagen zur Herstellung von Behälter- und Flachglas (Opatření ke snížení emisí znečištění vzduchu u zařízení na výrobu obalového skla a plo-

chého skla) — *Fichtner W.*, S11/S17 — S15/S21.

- Massnahmen zur Emissionsminderung von Luftverunreinigungen bei Anlagen zur Herstellung von Spezialglas (Opatření ke snížení emise znečištění vzduchu u zařízení na výrobu speciálního skla) — *Mair K.*, S22/316 — 319/S25.
 - Massnahmen zur Emissionsminderung von Luftverunreinigungen bei Anlagen zum Säurepolieren von Glas (Opatření ke snížení emise znečištění vzduchu u zařízení k leštění skla kyselinou) — *Frank W.*, S26/320 — S25/331.
 - Über die Wirkungen von Fluorimmissionen auf die Vegetation (O účincích fluorových imisí na vegetaci) — *Arndt U.*, S32/326—S34/328, 337/S35 — 341/S39.
 - Lärmemissionen und deren Minderung bei Anlagen zur Herstellung und Bearbeitung von Glas (Hlukové emise a jejich snížení u zařízení na výrobu a zpracování skla) — *Blaschek D.*, S40/342 — 349/S47.
 - Behandlung und Verwertung produktionsspezifischer Reststoffe aus Anlagen zur Herstellung und Bearbeitung von Glas (Zpracování a využití výrobních specifických zbytkových látek ze zařízení na výrobu a zpracování skla) — *Kaiser A.*, 349/S47—355/S53.
 - Scherbenrecycling in der Hohlglasindustrie (Opětne použití stěpů v průmyslu dutého skla) — *Kaiser A.*, S54/356—363/S61.
 - Behandlungsmethoden und Auflagen für Abwasser aus Anlagen zur Herstellung und Bearbeitung von Glas (Metody a náklady na úpravu odpadní vody ze zařízení na výrobu a zpracování skla) — *Hoffmann H. J.*, 363/S61—S66/368.
 - Der Gasabzugsschrank, eine Komponente der Raumlufttechnischen Anlage (Skrín na odvádění plynu (digestor) — složka vzduchotechnického zařízení) — *Hilbers H.*, 372—375.
- Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 8**
- Verfahren der Heizungsregelung im Wohn- und Nichtwohnbau (Způsob regulace vytápění v obytné a nebytové stavbě) — *Andreas U.*, *Wolf D.*, 361—370.
 - Ein Prüfstand für Fussbodenheizungen nach DIN 4725 (Zkušební stůl pro podlahové vytápění podle normy DIN 4725) — *Kast W.*, *Klan H.*, 371—378.
 - Untersuchung der statischen und dynamischen Eigenschaften von Raumthermostaten für Zweipunktregelung (Studium statických a dynamických vlastností pokojových termostatů pro dvoubodovou regulaci) — *Ham Ph. J.*, 379—387.
 - Belüftung von Wohneinheiten im internationalen Vergleich (Větrání bytových jednotek v mezinárodním srovnání) — *Lübke P.*, 389—392.

— Zulässige Stoffmengenkonzentration an Hydrogencarbonationen im Kühlkreislaufwasser nicht stabilisierter offener Rückkühlsysteme (Připustná koncentrace množství látky na kyselou karbonizaci ve vodě chladicího oběhu stabilizovaných, otevřených chladicích systémů) — *Hancke K.*, 393—402.
— Energieeinsparung durch Heizung und Lüftung (Úspora energie vytápěním a větráním) — *Müller K. G.*, 403—406.

Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 9

— Bestimmung des Jahresbetriebswirkungsgrades von Wärmeerzeugern mit zweistufigen Brennern anhand der Betriebsdaten (Stanovení roční provozní účinnosti tepelných agregátů s dvoustupňovými hořáky včetně provozních údajů) — *Idler R.*, 423—424.
— Realisierbarkeit eines monovalenten Zeolith/Wasser-Wärmepumpen-Speicherheizgerätes (Realizovatelnost monovalentního akumulacího vytápěcího zařízení s tepelnými čerpadly ceolit—voda) — *Michel A.*, 425—431.
— Näherungsverfahren zur Normierung und Vorausberechnung von Geräuschspektren verwandter Ventilatorbaugruppen (Přibližná metoda normování a předběžného výpočtu hlukových spekter podobných konstrukčních skupin ventilátorů) — *Bommes L.*, 433—441.
— Zum Entwicklungsstand von Entrauchungsventilatoren (Stav vývoje ventilátorů na odvádění kouře) — *Zitzelsberger J.*, 442 bis 444.

— Sonderprobleme bei Industrieventilatoren aufgrund steigender technischer Komplexität (Zvláštní problémy u průmyslových ventilátorů na základě vzrůstající technické komplexnosti) — *Ufer H.*, 445—450.

— Luftdurchlässe für Hallen und ähnliche Grossräume (Vzduchové vyústky pro haly a podobné velké místnosti) — *Moog W., Jäger W.*, 451—467.

— Strom treibt Wärmepumpen, Windkanäle und Computer (Proud pohání tepelná čerpadla, aerodynamické tunely a počítač) — 469—470.

— Ein Haus aus Holz und Glas durch Sonne erwärmt (Dům ze dřeva a skla vyhřívá slunce) — 471.

— Die Funktionsweise der passiven Solararchitektur (Funkce pasivní solární architektury) — 472.

— Wohnanlage über Vakuumröhrenkollektoren und Erdspeicher beheizt (Byt, vytápěný vakuovými trubkovými kolektory a zemním akumulátorem) — 472—473.

— Röhrenkollektoren liefern Prozesswärme für Kellereibetrieb (Trubkové kolektory dodávají teplo pro provoz sklepů) — 473.

Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 10

— Betrieblicher Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Fernwärmeversorgung (Provozní stav a vývojové možnosti dálko-

vého rozvodu tepla) — *Mathenia T.*, 483—491.

— Berechnung des Jahresnutzungsgrades bei schwierigen Fällen. Eine neue vereinfachende Lösung (Výpočet ročního stupně využití u nesnadných případů. Nové zjednodušující řešení) — *Dittreich A.*, 492—494.

— Raumtemperaturgeführte Belüftung von Räumen in Kombination mit an den Fassaden angeordneten Heizkörpern (Větrání místností řízené prostorovou teplotou v kombinaci s vytápěcími tělesy, umístěnými na průčelí) — *Treuner L.*, 495—498.

— Zur theoretischen Beschreibung der Druck- und Luftmassenstromverteilung in natürlich und maschinell gelüfteten Gebäuden (K theoretickému popisu rozdělení tlaku a proudu vzduchu v budovách, větraných přirozeně nebo mechanicky) — *Feustel H. E.*, 499—502.

— Bei Prallströmung senkrecht gegen eine Wand auftretende Umfeldströmung (U nárazového proudění kolmo proti stěně vzniká okolní proudění) — *Brünig, M. Möller W., Meyer J., Winkelmann A., Arellano L., Kilic I.*, 503—504.

— Vergleich verschiedener Heiz- und Lüftungssysteme mit einer Klimaanlage (Srovnání různých vytápěcích a větracích systémů s klimatizačním zařízením) — *Thiel D.*, 505—509.

— Messtechnische Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Wänden (Zjišťování měřením koeficientu prostupu tepla stěn) — *Wavre N.*, 510—515.

Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 11

— Wärmeerzeuger-Baukastensystem für den Einsatz im häuslichen und gewerblichen Bereich (Stavebnicový systém tepelného generátoru pro použití v domovní a průmyslové oblasti) — *Mengeringhausen M., Brunner R.*, 525—531.

— Energieeinsparung durch Umluftbetrieb von Klimaanlagen im Operationsraum-Bereich (Úspora energie provozem s oběhovým vzduchem u klimatizačních zařízení v oblasti operačního prostoru) — *Renger P.*, 532—536.

— Ein Wärmerückgewinnungssystem mit hoher Rückwärmeleistung für lufttechnische Anlagen (Systém zpětného získávání tepla s vysokým výkonem zpětného tepla pro vzduchotechnická zařízení) — *Richarts F., Halmuczok J., Hendrokusumo G.*, 537—542.

— Zur Realisierung von Sequenzschaltungen von Heiz- und Kühlventilen mittels eines doppelten Stellausganges mit V-Übertragungskennlinie (K realizaci sekvenčního zapojení vytápěcích a chladicích ventilů dvojitým akčním výstupem s přenosovou charakteristikou V) — *Konečný Ch.*, 543—545.

— Zur Theorie der Heizkostenverteilung mittels Oberflächentemperaturmessung (K teorii rozdělování nákladů za vytápění měřením povrchové teploty) — *Adunka F.*, 547—555.

— Bautec Berlin '84 — Bauwirtschaft vor der Strukturänderung (Bautec Berlin '84 —

stavitelství před změnou struktury) — 556—557.

Heizung Lüftung Haustechnik 35 (1984), č. 12

— Stand und Entwicklungstendenzen der Gebäudeleittechnik (Stav a vývojové směry řídicí techniky pro budovy) — *Möhl U.*, 569—574.

— Analyse und Berechnung des Wärme- und Stoffaustausches im Luftwäscher (Analyza a výpočet přestupu tepla a hmoty v pračkách vzduchu) — *Demirdžić I., Kaludjerčić P., Perić M.*, 575—585.

— Entgasung von Heiz- und Kühlsystemen durch Entspannen des Wassers (Odvzdušnění vytápěcích a chladicích systémů uvolněním vody) — *Stahl D.*, 586—587.

— Berechnung der Frostsicherheit von wassergefüllten Wärmespeichern in Kellerräumen unter hochalpinen Wetterbedingungen (Výpočet odolnosti proti mrazu vodou naplněných tepelných akumulátorů ve sklepních prostorách při vysokoalpských povětrnostních podmínkách) — *Suda M., Hick H.*, 588—591.

— TKT-Symposium — Wirtschaftlichkeit Raumluft- und wärmetechnischer Anlagen heute (TKT-Symposium — hospodárnost vzduchotechnických a tepelně technických zařízení dnes) — 593.

— Notwendiger und wirklicher Energieverbrauch in Gebäuden (Nezbytná a skutečná energetická potřeba v budovách) — *Esdorn H.*, 593—598.

— Raumlufttechnik im neuen Verwaltungsgebäude der Turbon-Tunzini Klimatechnik GmbH (Vzduchotechnika v nové správní budově firmy Turbon-Tunzini Klimatechnik GmbH) — *Möllers P.*, 599—601.

— Podiumdiskussion „Angemessenes Raumklima in Verwaltungsgebäuden“ (Kurzfassung) (Pódiová diskuse „Naměřené prostorové klima ve správních budovách“ (stručný souhrn)) — *Bach H., Daniels K., Reuter F., Laudien, R., Sieveerts E., Rakoczy T., Esdorn H.*, 601—603.

— Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Anwendung der Abwärmenutzung (Předpoklady pro hospodárné použití zařízení na využití odpadního tepla) — *Bach H.*, 603 bis 604.

— Wärmetechnische Anlagenkonzepte (Tepelně technické koncepty zařízení) — *Pric-kartz J.*, 604—608.

— Podiumdiskussion „Problematik der Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung in der Industrie“ (Kurzfassung) (Pódiová diskuse „Problematika zpětného získávání tepla a využívání odpadního tepla v průmyslu“ (stručný souhrn)) — *Esdorn H., Fischer R., Hartmann K., Beck H., Amberg H. F., Stobbe R., Bach H.*, 608—610.

— Jahrestagung 1984 des Fernwärme-Forschungsinstituts in Hannover E. V. (Výroční zasedání 1984 výzkumného ústavu pro dálkové teplo v Hannoveru) — 612—613.

— Erfahrungen mit der Gaswärmepumpe

(Zkušenosti s plynovým tepelným čerpadlem) — *Steiner J., Schupp R.*, 614.

— Möglichkeiten und Grenzen der Verringerung von Wärmeleitungsverlusten mittels Durchströmen mit einem Stoffstrom (Možnosti a meze snižování tepelných ztrát v potrubí protékáním proudem látky) — *Fiala W.*, 615—618.

— Zur Problematik von Druck-/Volumenstrommessungen an Raumlufttechnischen Anlagen (K problematice měření tlaku/objemu u vzduchotechnických zařízení) — 619.

Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 51 (1984), č. 4

— Heizungs- und Klimatechnik in 10 und 50 Jahren (Vytápěcí a klimatizační technika za 10 a 50 let) — *Suter P.*, 11—14.

— Feuerungswirkungsgrade von Öl-Wärmeerzeugern (Üčinnost topeniště olejových tepelných generátorů) — *Hunziker R., Varley R.*, 18—24.

— Climatisation des centres informatiques (II) (Klimatizace informačních středisek — II) — *Dima E., Wiesenthal E.*, 25—30.

Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 51 (1984), č. 5

— Bedeutung des Luftaustausches (Význam výměny vzduchu) — *Hartmann P.*, 12—15.

— Air Infiltration Centre — Projekt (AIC) (Středisko pro infiltraci vzduchu — návrh (AIC)) — *Hartmann P.*, 15—16.

— IEA-Projekt „Minimale Lüftungsstraten“ (Návrh IEA „Minimální množství čerstvého vzduchu“) — *Wanner H. U.*, 17—18.

— Handbuch des AIC „Air Infiltration Control in Housing“ (Příručka IAC „Kontrola infiltrace vzduchu v budovách“) — *Wenger B.*, 18—19.

— Messmethoden zur Erfassung des Luftwechsels und der Luftdurchlässigkeit von Wohnbauten (Měřicí metody ke zjištění výměny vzduchu a prodyšnosti obytných staveb) — *Mühlebach H.*, 20—22.

— Messtechnik Luftaustausch in klimatisierten Bauten und industriellen Grossbauten/Hallen (Měřicí technika — výměna vzduchu v klimatizovaných stavbách a průmyslových velkých stavbách /halách) — *Zürcher Ch.*, 22—26.

— Sanierungsplanungsmethoden hinsichtlich des Luftaustausches (Plánovací metody sanace se zřetelem na výměnu vzduchu) — *Chuard J. M.*, 27—29

— Luftwechsel und Luftleckage in Abhängigkeit der Einflussparameter (Výměna vzduchu a ztráty vzduchu netěsností v závislosti na vtokových parametrech) — *Steinemann U.*, 20—31.

— Planungshilfsmittel im Normenwerk des SIA (Plánovací pomůcka v normové soustavě SIA) — *Schippisser S.*, 32—33.

— Bauvorschriften (Stavební předpisy) — *Krebs R.*, 33—34.

— Zusammenfassung. Wo stehen wir heute — Ausblick (Souhrn. Jaká je dnešní situace — výhled) — *Wyssling U.*, 34—36.

— Climatization des centres informatiques; III. (Klimatizace informačních středisek; III.) — *Dima E.*, *Wiesenthal E.*, 36—38, 40, 42.

Heizung und Lüftung — Chauffage et ventilation 51 (1984), č. 6

— Fernwärme — chaleur à distance (Dálkové teplo) — 11.

— Fernwärme — eine sinnvolle Ergänzung unserer Energieversorgung (Dálkové teplo — účelné doplnění našeho energetického zásobování) — *Müller H.*, 11—13.

— Organisationsfragen von Fernwärmever-
sorgungen (Organizační otázky dálkových
rozvodů tepla) — *Schärer H. U.*, 15—17.

— Erfahrungen bei der Planung und der

Ausführung des Ortsnetzes Klingnau (RE-
FUNA) (Zkušenosti při plánování a provádění
místní sítě Klingnau (REFUNA)) — *Brügger
P.*, 17—19.

— Heizkraftwerk Aubrugg — Aspekte der
Wirtschaftlichkeit (Teplárna Aubrugg —
aspekty hospodárnosti) — *Breitschmid M.*,
20—21.

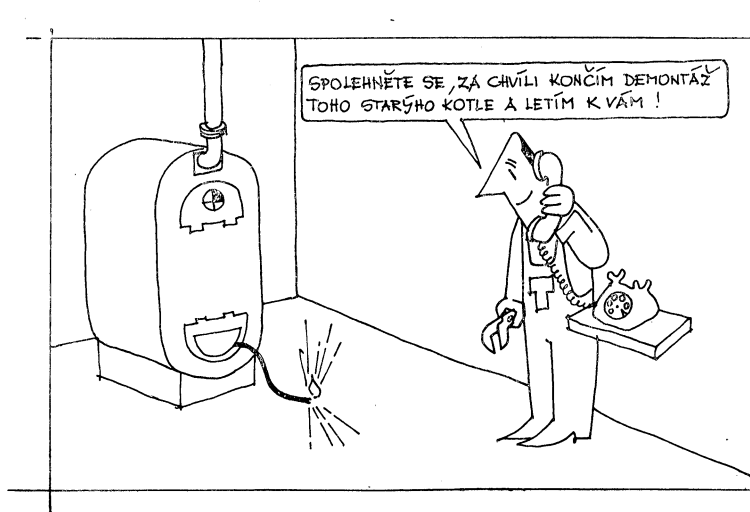
— Fernwärmeversorgung „Transwaal“ (Dál-
kový rozvod tepla „Transwaal“) — *Schatz-
mann G.*, 23—24.

— Fernwärmeversorgung Wallisellen (Dál-
kový rozvod tepla „Wallisellen“) — *Meile E.*,
25—27.

— Der Einsatz von Kernenergie zur Wärme-
versorgung (Použití jaderné energie k záso-
bování teplem) — *Küffer K.*, 27—28.

— Technische Klimadaten für die Schweiz
(Technické klimatické údaje pro Švýcarsko) —
29.

— Klimaregionen der Schweiz (Klimatické
oblasti Švýcarska) — 30—34.



Fridrich

ztv

4

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 28, číslo 4, 1985, Vydává český výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS v Aca-
demii, 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. Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky při-
jímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS ÚED Brno.
Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku
Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 000 Praha 6.
Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48,—. (Tyto ceny
jsou platné pouze pro Československo.)

Distribution rights in the western countries: Kubon & Sagner, P.O.
Box 34 01 08, D-3000 München 34, GFR.

Annual subscription: Vol. 28, 1985 (6 issues) DM 97,—.
Toto číslo vyšlo v srpnu 1985.

© Academia, Praha 1985.