

Redakční rada

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

Adresa redakce: Dvorecká 3, Praha 4

OBSAH

Ing. L. Strach, CSc.:	Činnost Sušárenské laboratoře Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy	1
Ing. S. Kolář:	Výzkum a vývoj rozprašovacích sušáren čs. koncepce	7
Ing. J. Novák, CSc.:	Prandtlův empirický koeficient α_1 u volného proudu a proudu u stěny	13
Doc. Ing. J. Valchář, CSc.:	Současné poznatky teorie sušení	23
Ing. Z. Moravec, CSc., Ing. M. Kratochvíl, CSc., M. Potužák:	Vliv některých vedlejších geometrických veličin na aerodynamické parametry určitého typu axiálního ventilátoru	35
Ing. J. Bica, CSc.:	Užití interferometrických metod k vyšetřování konvekčního přestupu tepla u otopných těles	43



CONTENTS

Ing. L. Strach, CSc.:	Activity of drying lab of the State Research Institute for machine construction, Běchovice near Prague (SVÜSS)	1
Ing. S. Kolář:	Research and development of spray dryer conceived in Czechoslovakia	7
Ing. J. Novák, CSc.:	Prandtl's empirical coefficient α_1 on free jet and wall jet	13
Doc. Ing. J. Valchář, CSc.:	Contemporary knowledge of drying theory	23
Ing. Z. Moravec, CSc., Ing. M. Kratochvíl, CSc., M. Potužák:	Influence of some secondary geometrical quantities on the aerodynamical parameters of a certain axial fan type	35
Ing. J. Bica, CSc.:	Application of interferometrical methods to the investigation of convection of heat in heating elements	43

СОДЕРЖАНИЕ

Инж. Й. Страж, канд. тех. наук:	Деятельность сушильной лаборатории Государственного машиностроительного исследовательского института Беховицы у Праги	1
Инж. С. Коларж:	Исследование и развитие чехословацких распылительных сушилок	7
Инж. Й. Новак, канд. тех. наук:	Эмпирический коэффициент Прандтля α_1 для свободной струи и для пристенной струи	13
Доц. инж. Й. Валхарж, канд. тех. наук:	Современные сведения о теории сушки	23
Инж. З. Моравец, канд. тех. наук, Инж. М. Крадохвил, канд. тех. наук, М. Потужак:	Влияние некоторых второстепенных геометрических величин на аэродинамические параметры определенного типа аксиального вентилятора	35
Инж. Й. Бица, канд. тех. наук:	Применение интерферометрических методов для исследования конвекционной теплоотдачи у нагревательных тел	43



SOMMAIRE

Ing. L. Strach, CSc.:	Activité du laboratoire de séchage de l'Institut de recherches de l'État pour la construction de machines, Běchovice près de Prague (SVÜSS)	1
Ing. S. Kolář:	Recherche et développement des séchoirs atomiseur de la conception tchécoslovaque	7
Ing. J. Novák, CSc.:	Coefficient empirique α_1 de Prandtl pour le courant libre et le courant le long du mur	13
Doc. Ing. J. Valchář, CSc.:	Notions actuelles de la théorie du séchage	23
Ing. Z. Moravec, CSc., Ing. M. Kratochvíl, CSc., M. Potužák:	Influence de certaines grandeurs secondaires géométriques aux paramètres aérodynamiques du type précis du tentilateur à hélice	35
Ing. J. Bíca, CSc.:	Application des méthodes interférentielles à l'investigation de la transmission de chaleur par convection dans des corps de chauffe	43



INHALT

Ing. L. Strach, CSc.:	Tätigkeit des Labors für Trocknungsuntersuchungen der Staatlichen Forschungsanstalt für Maschinenbau, Běchovice bei Prag (SVÜSS)	1
Ing. S. Kolář:	Forschung und Entwicklung der Zerstäubertrocknungsanlagen tschechoslowakischer Konzeption	7
Ing. J. Novák, CSc.:	Prandtl'schen empirischer Koeffizient α_1 für freien Strom und Strom entlang der Wand	13
Doc. Ing. J. Valchář, CSc.:	Derzeitige Erkenntnisse der Trocknungstheorie	23
Ing. Z. Moravec, CSc., Ing. M. Kratochvíl, CSc., M. Potužák:	Einfluß mancher geometrischen Nebengrößen auf die aerodynamischen Parameter eines bestimmten Axiallüftertyps	35
Ing. J. Bíca, CSc.:	Anwendung der interferometrischen Methoden zur Untersuchung des Wärmeüberganges bei Heizkörpern durch Konvektion	43



ČINNOST SUŠÁRENSKÉ LABORATOŘE STÁTNÍHO VÝZKUMNÉHO ÚSTAVU PRO STAVBU STROJŮ, BĚCHOVICE U PRAHY

ING. LADISLAV STRACH, CSc.

Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy

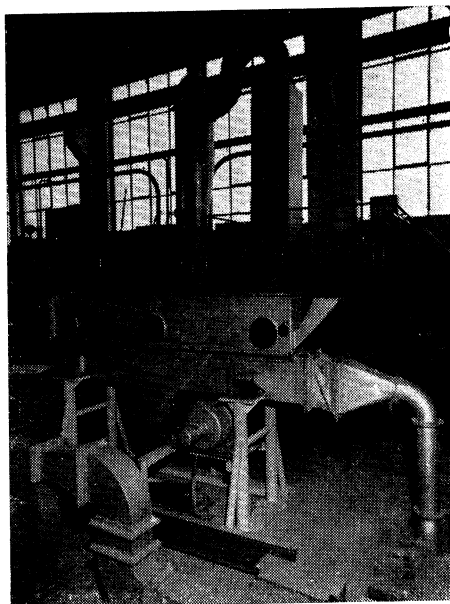
Recenzoval: Doc. Ing. I. Středa, CSc.

Na rok 1971 připadlo 25. výročí založení Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy, který je jedním z nejstarších státních výzkumných ústavů v ČSSR.

Nynější SVÚSS byl založen sloučením a reorganizací různých výzkumných pracovišť bývalých Čs. závodů kovodělných a strojírenských a jeho hlavním úkolem bylo a je rozvíjet základní a aplikovaný výzkum v oblasti hlavních vědních oborů pro konstrukci a stavbu strojů. Postupným vývojem, ve kterém byl ústav spolu s naší strojírenskou výrobou začleňován do různých sektorů, pracoval pod různými názvy (Ústav pro výzkum strojní, Výzkumný ústav tepelné techniky, Státní výzkumný ústav tepelné techniky) a na mnoha dislokovaných pracovištích, vznikl nynější SVÚSS, který od roku 1964 postupně přebírá nové objekty v Běchovicích.

V souladu s posláním SVÚSS tvoří hlavní pracovní zaměření ústavu zejména tyto úseky: aplikovaná matematika a matematická statistika, teoretická a experimentální pružnost a pevnost, technická dynamika strojů a strojních částí, technická akustika v oblasti strojírenství, energetické strojírenství (včetně zařízení jaderných elektráren), teoretická a experimentální aerodynamika, hydrodynamika strojů a strojních zařízení, kluzná ložiska, problémy tření a opotřebení, sdílení tepla a výměníky tepla, měřicí technika neelektrických veličin, výpočetní technika, základní a aplikovaný výzkum průmyslového sušení.

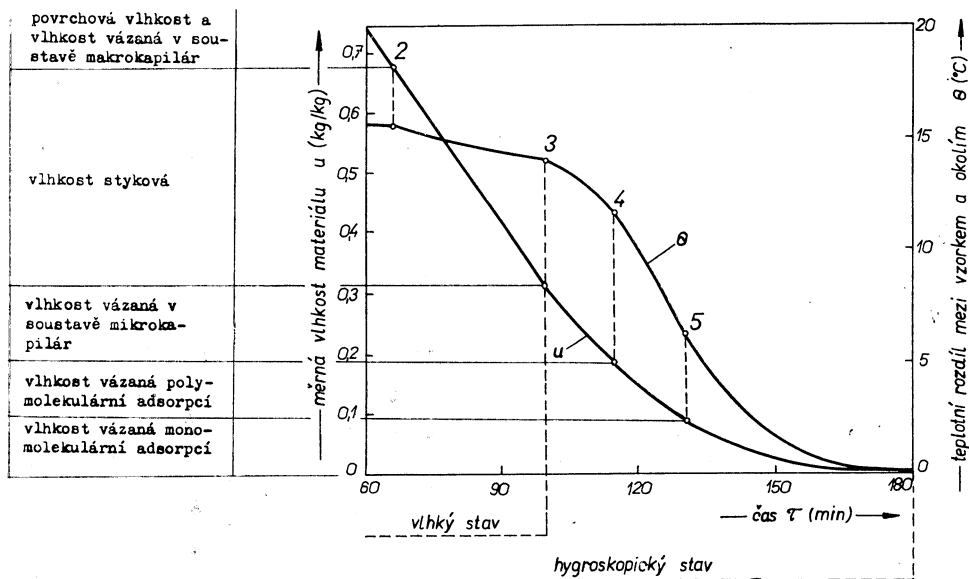
Úkoly sušárenského výzkumu, kterými se SVÚSS zabývá soustavně od roku 1952, řeší specializovaný výzkumný odbor — Sušárenská laboratoř, nositel vyznamenání Za zásluhy o výstavbu. Spolupracuje



Obr. 1. Pohled na zkušebnu Sušárenské laboratoře SVÚSS — vpředu zařízení pro výzkum sušení v pseudofluidní vrstvě (profukovaná vrstva vystavená vibračním účinkům), vzadu zařízení pro výzkum sušení v nehybné profukované vrstvě.

se všemi strojírenskými závody zúčastněnými na výrobě sušáren a plní funkci vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje pro sušárenství.

K experimentálním pracím bylo v SVÚSS postupně vybudováno 24 speciálních zařízení a aparatur (obr. 1), které umožňují ověření sušících schopností jednotlivých materiálů a výzkum podkladů pro volbu nejvhodnějšího způsobu sušení, pro optimalizaci provozních podmínek a pro výpočet a projekci sušáren. Vytvořený způsob spolupráce Sušárenské laboratoře SVÚSS s výzkumnými pracovišti technologického zaměření u jednotlivých průmyslových oborů napomáhá technicky a ekonomicky odůvodněnému zapojení sušení do technologického procesu a formulaci technicky podložených požadavků na vývoj sušáren.



Obr. 2. Termogram katalizátoru M.

Základní teoretický výzkum je orientován zejména na studium problematiky současného molekulárního přenosu hmoty (vlhkosti) a energie (tepla) v materiálech (tuhých disperzních soustavách skelet — vázaná vlhkost) provázeného fázovou změnou vlhkosti a na studium charakteru vazby vlhkosti ve hmotě. Získání nových poznatků v tomto směru má význam nejen pro techniku sušení, ale i pro některé procesy obdobného charakteru (absorpce, vypalování, elektrochemie, hoření, zplyňování atd.). Teoretické studie byly orientovány na odvození vztahů pro potenciál přenosu hmoty pro jednotlivé typy vazeb vlhkosti v materiálu (vazba kapilárně porézní, osmotická, chemická) a na jejich užití při specifikaci diferencálních rovnic nestacionárních polí teploty a vlhkosti ve vysoušeném materiálu [1], [2], [7].

Souběžně s tímto teoretickým řešením probíhá i experimentální výzkum, jehož cílem je vypracovat aparatury a metody, s jejichž pomocí by bylo možno stanovit charakter vazby vlhkosti ve hmotě a specifické látkové vlastnosti vlhkých materiálů (součinitele vodivosti vlhkosti, součinitel termodifúze, sorpční vlastnosti atd.). Dobře se osvědčuje zejména speciální aparatura na určování tzv. termogramů sušení.

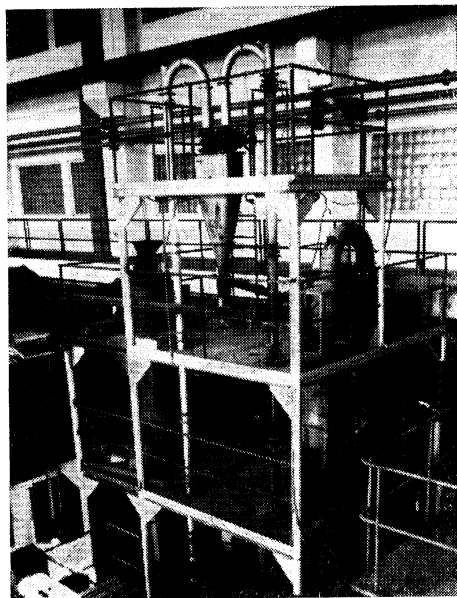
Tímto pojmem označujeme současný záznam úbytku hmotnosti vzorku a rozdílu jeho teploty a teploty okolí při sušení za určitých podmínek (*obr. 2*). Z průběhu křivek a polohy charakteristických bodů je pak možno usuzovat na typ vazby vlhkosti ve hmotě [3], [8].

V souladu se současnými potřebami rozvoje hlavních odvětví průmyslu (chemie, potravinářský, farmaceutický, silikátový, úpravárenství, zemědělství) je činnost SVÚSS orientována i na soustavný výzkum v oboru pneumatického sušení (proudové, fluidní, rozprašovací a podobné sušárny). Práce teoretické povahy byly orientovány na vypracování nové metody výpočtu průběhu sušicího procesu v proudových sušárnách [9], na studium vlivu diferenciací doby pobytu částic ve fluidních a proudových sušárnách [10], [11], na studium vlivu vibrace podložky na konvekční přenos hmoty a přestup tepla u vrstvy zrnitého materiálu [12], na výpočet průběhu sušení materiálu v nehybné profukované vrstvě [13], na problematiku současného sušení a třídění [14]. Pokusné proudové sušárny (*obr. 3*) postavené na zkušebně Sušárenské laboratoře SVÚSS se osvědčily při experimentálním výzkumu průběhu intenzity přenosu hmoty při pohybu heterogenní směsi vertikálním sušicím potrubím za různých podmínek [15], [16] a při provádění ověřovacích zkoušek se sušením materiálu pro potřeby současné průmyslové praxe.

Získané poznatky vedly k zavedení vývoje a výroby některých progresivních typů sušáren v ČSSR. To platí zejména o navržené koncepci rozprašovacích sušáren s dvojitou spirálou pro rozvod sušicího média do oblasti rozprašovacího kotouče [5], u kterých bylo dosaženo vysoké měrné odpařivosti (*obr. 4*).

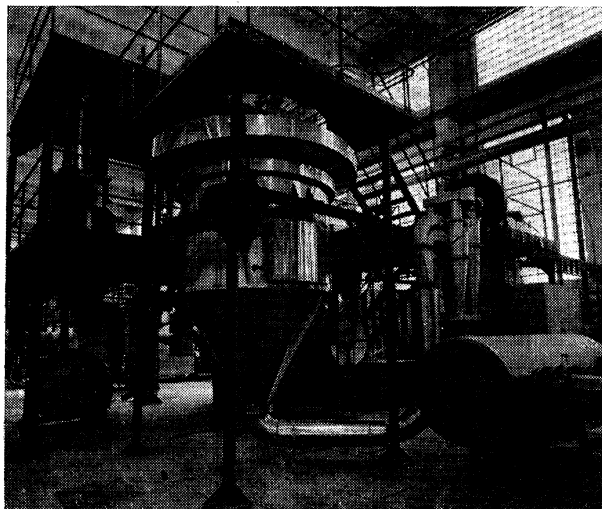
Poznatky získané při studiu teorie pneumatických sušáren položily základ k obecnějšímu přístupu k problematice sdílení tepla a přenosu hmoty v disperzních systémech plyn — pevné částice a ke studiu možností efektivního uplatnění různých fyzikálních stavů disperzních soustav u technologických a teplosměnných zařízení [17].

Významných teoretických i praktických výsledků bylo dosaženo v oboru impaktního sušení, při kterém je sušící prostředí přiváděno ze soustavy trysek velkou rychlostí (zpravidla 10—40 m/s) k povrchu vysoušeného materiálu a které se jako účinný a progresivní způsob sušení uplatňuje zejména u materiálů s relativně velkým povrchem. Vyvinutá metodika umožňuje experimentální výzkum lokálních součinitelů přenosu hmoty při různých uspořádáních tryskových systémů (vliv geometrického uspořádání a rychlosti proudění u štěrbinových a kruhových trysek, vliv interakce proudů a soustavy trysek, vliv úhlu dopadu proudu apod.). Výsledky těchto rozsáhlých experimentálních prací přinesly nové poznatky o možnostech volby optimálních oblastí (*obr. 5*) a o účinku impaktních proudů při vzájemném střetnutí a umožň-

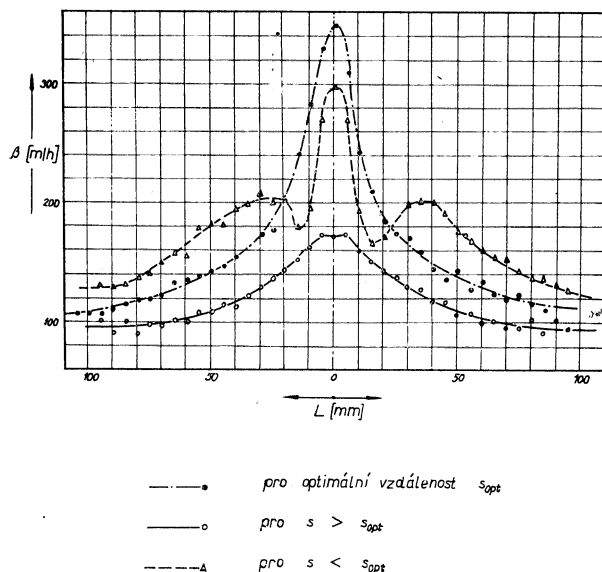


Obr. 3. Pokusné proudové sušárny.

nily určení základních kritériálních rovnic charakterizujících intenzitu přenosu hmoty za podmínek impaktního proudění [6], [18], [19]. Realizace dosažených výsledků v průmyslové praxi umožnila vývoj nových typů sušáren pro textilní materiály, dýhy, lepenku, plechy, izolační desky, filmy aj.; velmi příznivé parametry



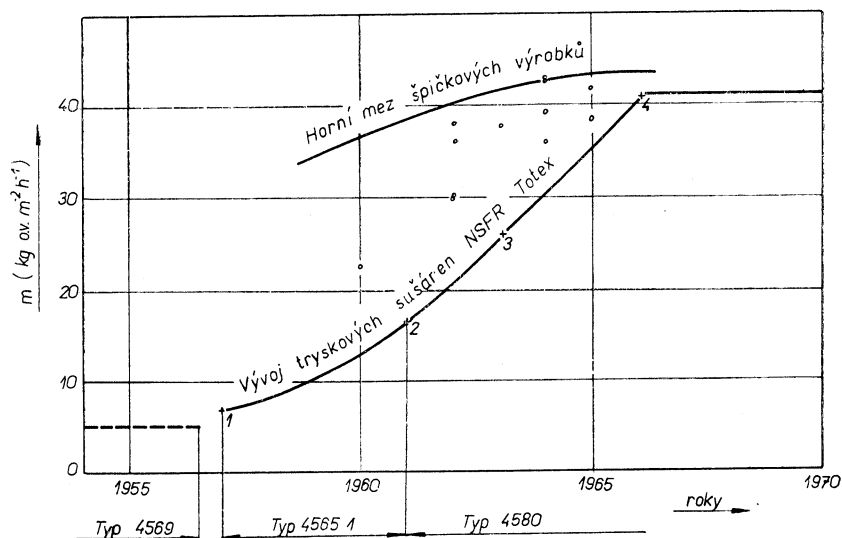
Obr. 4. Pokusná rozprašovací sušárna.



Obr. 5. Průběh lokálních součinitelů přenosu hmoty pod štěrbinovou tryskou (při $b = 5$ mm a $w_0 = 30$ m/s) a volba optimálních oblastí.

dosažené u textilních sušáren (obr. 6) se projeví v růstu objemu těchto sušáren, v jejich exportu i do KS, jakož i v zájmu o výsledky SVÚSS ze zahraničí.

Naznačené směry výzkumu představují i nadále hlavní pracovní zaměření Sušárenské laboratoře SVÚSS. Vedle úkolů základního výzkumu orientovaného na



Obr. 6. Porovnání vývoje měrné odpařivosti m u tryskových sušáren NSFR n. p. Totex se světovým vývojem (srovnání provedeno pro bavlněnou tkaninu ($g = 125 \text{ g/m}^2$) v rozmezí vlhkosti $\mu_A = 1,0 \text{ kg/kg}$ a $\mu_B = 0,08 \text{ kg/kg}$ a tlak topné páry 7 at).

(● — údaje podle nabídek světových firem, 1 — první vývojový typ NSFR, 2 — nová koncepce, 3 — zlepšení tryskových soustav, 4 — zlepšení tryskových cirkulačních okruhů.)

obecnou problematiku teorie sdílení tepla a hmoty při sušení, bude maximální pozornost i nadále soustředěna na řešení problémů současné praxe při projekci, konstrukci a provozu sušáren. Souhrnně je možno jako hlavní náplň pracovní činnosti Sušárenské laboratoře SVÚSS označit:

1. Ověřování sušicích vlastností jednotlivých látek a volba nejvhodnějšího způsobu sušení a typu sušáren.
2. Určení výpočtových a projekčních podkladů pro řešení sušáren.
3. Výzkum možností a podmínek zavádění progresivních způsobů sušení.
4. Konzultační a poradenská služba k sušárenským problémům ve výrobě (zintenzivnění a zhospodárnění sušicích pochodů, hledání cest k nejúčelnějšímu zapojení sušení do technologických procesů v jednotlivých výrobních oborech).
5. Aplikace poznatků ze sušení na obdobné tepelné procesy (ohřev, chlazení, vypalování, sdílení tepla a hmoty v materiálech).

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Valchář, J.: Současné poznatky teorie sušení a perspektivy racionální volby sušicího způsobu. Sborník referátů ze IV. sušárenské konference, Nové Město n. V., 1971.

- [2] Valchář, J.: Ob analitičeském opredeleniji zavisimosti chimičeskogo potentsiala vlažnosti v polikapiljarnoj sisteme polostěj ot termodinamičeskich parametrov i strukturnych svojstv tverdogo skeleta. Těplo- i massoperenos, tom 6, Kijev, 1968.
- [3] Tůma, V.: Metoda stanovení druhu vazby vlhkosti se skeletem vlhkého materiálu. ZTV, 1969, 2.
- [4] Valchář, J.; Choc, M.; Tůma, V.; Koldář, S.: Sušení v chemickém průmyslu. SNTL, Praha 1967.
- [5] Koldář, S.: Erfahrungen mit der Sprühtrocknung in der chemischen Industrie. Luft- und Kältetechnik, 1967, 2.
- [6] Korger, M.; Krížek, F.: Součinitele přenosu hmoty při impaktním proudění ze šterbinových trysek. Strojírenství, 1967, 7.
- [7] Valchář, J.: Heat and Moisture Transfer in Capillary — Porous Materials From the Point of View of the Thermodynamics of Irreversible Processes. Sborník III. mezinárodní konference STH, Chicago 1966.
- [8] Čermák, B.; Valchář, J.: Rozbor metod experimentálního stanovení charakteru vazby vlhkosti s materiálem. Sborník referátů ze IV. sušárenské konference, Nové Mesto n. V., 1971.
- [9] Valchář, J.: Rásčet processa suški v pnevmatičeskoj sušilke. Inženěro-fizičeskij žurnal 1962, 11.
- [10] Valchář, J.: Verweilzeitunterschiede von polydispersen Materialteilchen in der vertikalen pneumatischen Förderrohrleitung. Chem. Techn. 1963, 9.
- [11] Valchář, J.: Vlivy nerovnoměrnosti vremeni prebyvanija častic v kipjaščem sloje na protekanie processa suški. Inženěro-fizičeskij žurnal, 1963, 10.
- [12] Choc, M.: Možnosti intensifikace tepelných a difúzních procesů ve vrstvě zrnitého materiálu současným působením fluidace a vibrace. Zpráva SVÚSS 66-05038.
- [13] Viktorin, Z.: Sušení zrnitých materiálů v nehybné profukované vrstvě. Zpráva SVÚSS 67-05030.
- [14] Valchář, J.: Rozbor současného sušení a třídění v disperzních systémech mrak částic — plyn. Zpráva SVÚSS 69-09014.
- [15] Choc, M.: Vliv hydrodynamických poměrů na spolehlivou činnost proudové sušárny. Sborník referátů IV. celostátní sušárenské konference, Nové Mesto n. V., 1971.
- [16] Choc, M.: Stoffübertragung zwischen den Teilchen und dem Trocknungsmittel im Stromtrockner. Luft- und Kältetechnik, 1968, 7.
- [17] Viktorin, Z.; Valchář, J.: Rozbor energetické efektivity sdílení tepla v disperzních systémech mrak částic — plyn. Sborník referátů IV. sušárenské konference, Nové Mesto n. V., 1971.
- [18] Korger, M.; Krížek, F.: Mass Transfer Coefficients in Impingement Flow from Slotted Nozzles, Technical Digest SNTL, 1968, 2.
- [19] Korger, M.; Krížek, F.: Mass Transfer Coefficient in Impingement Flow from Slotted Nozzles IJHMT, 1966, 4.
- [20] Strach, L.; Choc, M.; Koldář, S.; Korger, M.; Krížek, F.: O některých možnostech intenzifikací procesů suški. Inženěro-fizičeskij žurnal, tom XIX, 1970, 3.

● Chladicí technika

(Prof. Ing. Z. Dvořák)

Kniha je vysokoškolskou učebnicí, určenou posluchačům a učitelům strojních fakult vysokých škol. Uvítají ji i konstruktéři a projektanti chladicích zařízení.

Obsah knihy je rozdělen do šesti kapitol. V první se autor v krátkosti zmiňuje o historii a současném stavu chladicí techniky. Druhá kapitola je věnována teorii chladicích oběhů, a to parního, proudového a oběhů sorpčních a plynových. Zmiňuje se i o chlazení termoelektrickým a o tepelných čerpadlech.

Třetí kapitola pojednává o vlastnostech chladiv a teplotnosných látek. Zmiňuje se i o bezpečnosti při práci s chladivou.

Čtvrtá kapitola popisuje zařízení s parním oběhem. Postupně v ní autor probírá kompresory, kondenzátory, výparníky, chladiče vzduchu a tlakové nádoby. Zmiňuje se i o pomocných zařízeních, potrubích a armaturách.

V páté kapitole se čtenář dočte o projektování chladicích zařízení a strojoven. V poslední kapitole autor probírá význam chladu v potravinářském a v chemickém průmyslu. Samostatná část je věnována klimatizaci a zmiňuje se i o výrobě ledu a dalších použití chladu.

Text je doplněn četnými příklady a pracovními podklady.

Vydalo SNTL v roce 1971, 216 stran, 149 obrázků, 21 tabulek, 4 přílohy, cena vázaného výtisku 20 Kčs.



VÝZKUM A VÝVOJ ROZPRAŠOVACÍCH SUŠÁREN ČS. KONCEPCE

ING. STANISLAV KOLÁŘ

Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy

Recenzoval: Doc. Ing. I. Středa, CSc.

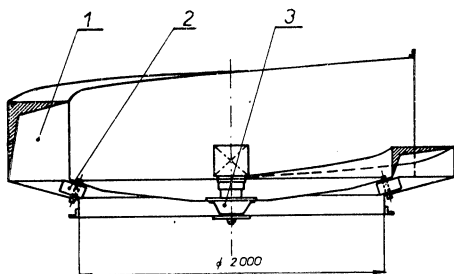
Po druhé světové válce nachází sušení rozprašováním stále širšího uplatnění v různých odvětvích průmyslu. V ČSSR, kde RS dosud nebyly vyráběny, se též ukázala jejich naléhavá potřeba. Proto byly v SVÚTT zahájeny v r. 1955 výzkumné práce, jejichž nejbližším cílem bylo opatřit nezbytné podklady pro vývoj rozprašovacích sušáren nejvhodnější koncepce. Studium RS se v ČSSR již dříve zabývala řada odborníků-technologů na různých pracovištích, jejich práce však nebyly koordinovány, sledovaly vždy jen určitý úsek problematiky. Provozní údaje o RS umístěných v ČSSR téměř úplně chyběly.

Práce, prováděné v SVÚSS, probíhaly v několika etapách. Cílem první etapy bylo, po kritickém zpracování současných poznatků, průzkumu současného stavu výroby v zahraničí a provozním proměření různých typů RS instalovaných v ČSSR, navrhnout vhodnou koncepci RS pro jejich výrobu v ČSSR. K ověřování možnosti sušení různých materiálů tímto způsobem a získání projekčních podkladů ke stavbě RS měla sloužit experimentální základna, která měla být vybavena pokusnou RS 20 navržené koncepce [5].

Volba typu RS závisí do značné míry na požadavcích na usušený produkt, na jeho granulaci, sytné hmotnosti, konečné vlhkosti apod. Práce v této etapě byly zaměřeny na volbu RS na jemný práškový produkt a pro potřebu výroby detergentů i na další typ sušárny, na hrubozrnný produkt.

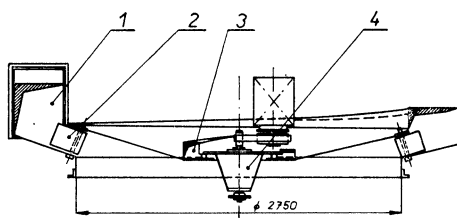
Nevýhodou různých dovážených RS byla jejich poměrně nízká specifická odpařivost [2]. Proto při návrhu nové koncepce byly sledovány možnosti intenzifikace rozprašovacích sušáren, a to zmenšením velikostí rozprašovaných kapek a zrovnoměněním rozprašované mlhoviny, zvětšením hustoty rozprašení v sušicí komoře, a vhodnou souhrou funkce rozprašovacího zařízení a přívodu sušicího prostředí do sušicí komory, k docílení dokonalého promísení rozprašované mlhoviny a sušicího prostředí. Na základě poznatků, získaných jednak z literatury, jednak z provedených provozních měření, byla k výrobě v ČSSR navržena rozprašovací sušárna s rozprašováním materiálu rotujícím kotoučem, umístěným pod stropem sušicí válcové komory s kónickým dnem, přívod sušicího prostředí vnější rozváděcí spirálou s nastavitelnými lopatkami, v horní části sušicí komory. Touto koncepcí — zvýšení rychlosti proudění sušicího prostředí v sušicí komoře a dokonalé promísení rozprašované mlhoviny se sušicím prostředím — bylo dosaženo zmenšení rozměrů celého zařízení a tím i zvýšení měrné odpařivosti. Podle této navržené koncepce byl v SVÚTT konstrukčně zpracován první člen typové řady o odpařivosti 20 kg o. v./h, a v ZVVZ Milevsko druhý člen řady o odpařivosti 50—100 kg o. v./h. Další člen typové řady této koncepce o odpařivosti 150—200 kg o. v./h byl vyroben v n. p. Spolana Neratovice. Schéma rozváděcí spirály je uvedeno na obr. 1. Měřeními provedenými na těchto prototypch byly ověřeny výhodné parametry čs. prototypu proti ostatním typům RS vyráběným v zahraničí, zvláště vyšší měrná odpařivost [2], [5].

Od r. 1959—1966 byla výroba RS v ČSSR přerušena. Práce v oboru rozprašovacího sušení však v SVÚTT pokračovaly dále. Na vybudované experimentální základně byly prováděny zkoušky sušení různých materiálů rozprašováním, byly určovány optimální podmínky sušení, sledována možnost sušení nových materiálů. Současně byla prováděna další provozní měření na RS již instalovaných v závodech v ČSSR, a poskytována pomoc podnikům při zajišťování potřebných RS vlastními prostředky. Významné svými výsledky byly zkoušky sušení barviv pro n. p. Synthesia



Obr. 1. Rozváděcí spirála sušícího vzduchu, původní provedení

(1 — přívodní spirála sušícího vzduchu, 2 — usměrňovací lopatky, 3 — rozprašovací zařízení).



Obr. 2. Rozváděcí spirála sušícího vzduchu rozprašovací sušárny RS 300 na sušení barviv

(1 — přívodní spirála sušícího vzduchu, 2 — usměrňovací lopatky, 3 — spirála středového přívodu sušícího vzduchu (sekundární vzduch), 4 — rozprašovací zařízení).

sia Semtín. Těmito zkouškami byla ověřena možnost sušení těchto materiálů rozprašováním, stanoveny optimální podmínky sušení ke zlepšení kvality usušeného produktu, jako podklad pro návrh rozprašovací sušárny. Požadovaná odpařivost byla 250—300 kg o. v./h. Bylo použito sušící komory typové velikosti 150—200 kg o.v./h, čs. koncepce, s upravenými rozměry rozváděcí spirály sušícího prostředí (výška lopatek, výška prstence, rychlost proudění) a se samostatným přívodem sekundárního sušícího prostředí v oblasti rozprašovacího kotouče (obr. 2.). Sušárna byla konstrukčně zpracována a vyrobena ve VCHZ Synthesia Semtín, výborně se osvědčila při sušení barviv a znamenala další krok na vývoji RS čs. koncepce [4], [9].

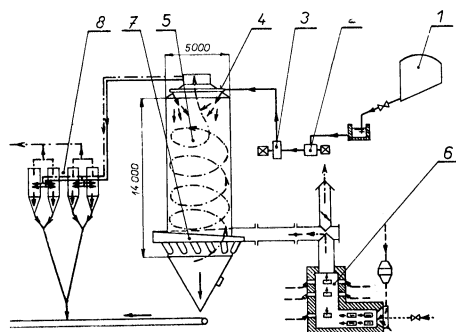
Kromě zkoušek se sušením barviv proběhly na pokusné RS 20 zkoušky s řadou dalších materiálů, jejichž výsledkem byla buď výstavba RS vlastními silami podniků nebo zajištění jejich potřeby dovozem. Bylo to např. sušení hydrolyzátu glutinu, sušení keramických suspenzí [7] a grafitu, tvrdokovů, postřikových prostředků, různých farmaceutických materiálů apod.

Rozsáhlou etapou prací byl též výzkum sušení rozprašováním kalů z městských a průmyslových čistíren odpadních vod, který prokázal možnost jejich sušení a využití jako hodnotného bílkovinného krmiva [6]. Současně při všech těchto pracích byly sledovány otázky základního výzkumu, obecného charakteru, jako např. vliv různých faktorů na rozprašení, jakost usušeného produktu, na celý sušící proces apod.

Práce v tomto období sledovaly též vývoj tryskových sušen věžového typu, ve spolupráci s n. p. STZ Ústí n. Labem a n. p. Fosfa Poštorná. Byl zakončený výstavbou tryskové RS o odpařivosti asi 1000 kg o. v./h na výrobu saponátových produktů a o odpařivosti cca 2000 kg o. v./h na sušení trinitriumfosfátu. Přívod sušícího prostředí (směs spaliny—vzduch) je volen odlišným způsobem od obvyk-

lého provedení v zahraničí, pomocí rozváděcí spirály s usměrňovacími kanály, protiproud, rozprašení tlakovými tryskami pod stropem válcové sušicí komory, *obr. 3*. I u této sušárny bylo dosaženo vyšší specifické odpařivosti než u obdobných zahraničních sušáren [3].

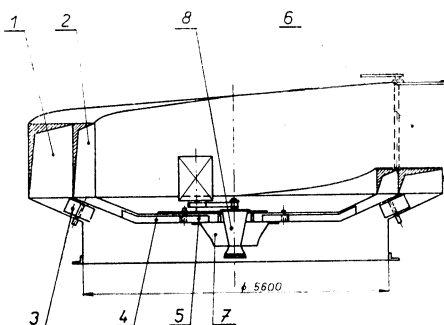
Rozprašení speciální dvoulátkovou tryskou bylo použito při dalším sledovaném vývojovém směru, sušení rozprašováním v proudové sušárně. Řešení této problematiky pokračuje v současné době, je ověřována vhodnost tohoto velmi intenzivního



Obr. 3. Schéma tryskové rozprašovací sušárny

(1 — zásobní nádrž suspenze, 2 — dopravní čerpadlo, 3 — vysokotlaké dávkovací čerpadlo, 4 — rozprašovací zařízení (trysky), 5 — sušicí komora, 6 — spalovací komora, 7 — rozváděcí spirála sušicího prostředí, 8 — baterie cyklónů).

———— suspenze, event. prášek
 - - - - - vzduch
 topný olej
 sušící prostředí



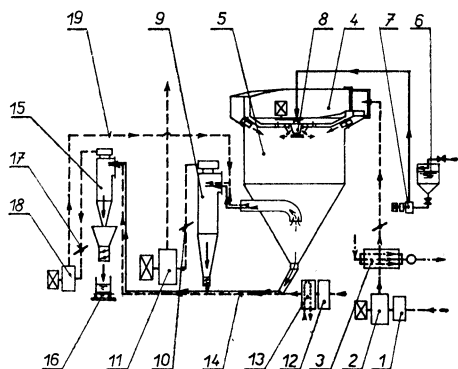
Obr. 4. Dvojitá rozváděcí spirála sušícího vzduchu

(1 — přívodní kanál obvodového (primárního) vzduchu, 2 — přívodní kanál středového (sekundárního) vzduchu, 3 — usměrňovací lopatky obvodového vzduchu, 4 — vodící lopatky středového vzduchu, 5 — usměrňovací lopatky středového vzduchu, 6 — rozdělovací klapka, 7 — středová výúst, 8 — rozprašovací zařízení).

způsobu sušení pro různé materiály, obecné závislosti, a možnost získání projektových podkladů pro další vývoj tohoto typu rozprašovacích, event. proudových sušáren [8].

Ve vlastním vývoji kotoučových rozprašovacích sušáren mohlo být ve spolupráci se ZVVZ Milevsko pokračováno až po r. 1966, kdy byla zahájena opět výroba rozprašovacích sušáren pro sušení mléčných výrobků. Pro potřeby mlékárenského průmyslu u nás i pro kompletaci vyvážených mlékárenských celků byl stanoven úkol navrhnout a vyrobit kotoučovou rozprašovací sušárnu na sušení odstředěného mléka a odpařivosti 1000 kg o. v./h. Návrh vycházel opět z původní čs. koncepce: rozprašení bylo provedeno rotujícím kotoučem umístěným pod stropem sušicí komory, válcová sušicí komora s kónickým dnem, přívod sušicího prostředí rozváděcí spirálou umístěnou v horní části sušicí komory. Aby byl zajištěn bezpečný provoz sušárny a odstraněno nebezpečí nánosů nedosušeného prášku na stropě sušicí komory, byla navržena pro přívod sušicího prostředí, na základě výsledků prací SVÚSS a zkušeností se stavbou RS v dřívějších letech v ZVVZ a VCHZ, dvojitá rozváděcí spirála s odděleným rozvodem obvodového vzduchu a středového vzduchu ve společné rozváděcí spirále s mezistropem, podle čs. patentu — *obr. 4*. Toto konstrukční

řešení má zajistit po celém obvodu sušicí komory rovnoměrný přívod sušicího prostředí a zamezit v oblasti pod stropem sušicí komory víření a vertikální proudění směrem vzhůru. Současně má být docíleno dokonalejší promísení rozprašované mlhoviny se sušicím prostředím a tím i zvýšení intenzity sušení zvláště v horní části sušicí komory. Rozváděcí spirála je řešena jako rovnotlaký kanál s konstantním poloměrem, rozdělený vertikální mezistěnou na samostatný vnější a vnitřní kanál. Na vstupu do spirály navazuje na mezistěnu rozdělovací klapka, která umožňuje nastavení optimálního poměru obvodového (primárního) a středového (sekundárního) vzduchu. Sušicí prostředí z vnějšího kanálu vstupuje do sušicí komory lopatkovou mříží, tvořenou nastavitelnými tvarovanými lopatkami. Vnitřní kanál ústí do prostoru tvořené stropem a mezistropem sušicí komory, odkud proudí sušicí prostředí středovou výstří opatřenou tvarovanými nastavitelnými lopatkami do sušicí komory v oblasti rozprašovacího kotouče. Před výrobou prototypu rozprašovací



Obr. 5. Schéma rozprašovací sušárny RS 1000

(1 — filtr sušicího vzduchu, 2 — tlačný ventilátor sušicího vzduchu, 3 — parní ohřívák, 4 — dvojitá rozváděcí spirála sušicího vzduchu, 5 — sušicí komora, 6 — zásobní nádrž na rozprašovaný materiál, 7 — dávkovací zubové čerpadlo, 8 — rozprašovací zařízení, 9 — hlavní cyklóny, 10 — regulační klapka hlavního ventilátoru, 11 — hlavní ventilátor, 12 — filtr vzduchu chladicí pneumatiké dopravy, 13 — chladič vzduchu pneudopravy, 14 — chladicí pneumatiké doprava, 15 — cyklón pneumatiké dopravy, 16 — váha, 17 — regulační klapka ventilátoru pneudopravy, 18 — ventilátor pneudopravy, 19 — vratné potrubí pneudopravy).

----- sušicí, případně chladicí vzduch
 -.-.-.-.- pára
 ————— roztok, event. prášek
 chladicí voda

sušárny RS 1000 byla funkce navržené rozváděcí spirály ověřena v SVÚSS modelovými zkouškami.

Prototyp rozprašovací sušárny RS 1000 byl postaven v PMV Opočno, kde byla instalována nová výrobní linka na výrobu sušeného odstředěného mléka. Zkušební provoz celé linky byl zahájen v r. 1967 na podzim. Schéma rozprašovací sušárny RS 1000 je uvedeno na obr. 5. K zahuštění mléka je užito třístupňové deskové odparky Chepos. Z odparky je zahuštěné mléko o podílu sušiny 42—45 % dopravováno do zásobní nádrže rozprašovací sušárny, odkud je dávkovacím zubovým čerpadlem čerpáno na kotouč rozprašovacího zařízení. Je volen jednoduchý pohon hřídele rozprašovacího kotouče normálním elektromotorem pomocí plochého textil-

ního řemene, mazání ložisek hřídele je nucené, olejovou mlhou. Kotouč je uzavřeného tvaru, s radiálními kanálky obdélníkového průřezu.

Jako sušicího prostředí je užito vzduchu, nasávaného z místnosti (zbaveného nečistot ve filtru), který je ohříván v parním ohříváku na teplotu cca 160—170 °C. Ohřátý sušicí vzduch vstupuje do rozváděcí spirály a odtud do sušicí komory jednak po obvodu sušicí komory, jednak v oblasti kotouče. Rozprašené mléko je stykem se sušicím prostředím okamžitě vysušeno a ve formě prášku je unášeno ke dnu sušicí komory. Jeho větší část odchází skluzem ze dna komory do chladicí pneumatické dopravy, zbytek je ze sušicí komory odnášen vestavěným odtahovým potrubím pomocí odcházejícího sušicího vzduchu do dvojice velkoprostorových cyklónů a odtud přes mechanicky poháněné dvouklapky též do pneumatické dopravy. Sušárna je vybavena, ke snadnějšímu nastavení optimálních tlakových poměrů celého zařízení, dvěma odstředivými ventilátory. Tlačný ventilátor dopravuje vzduch z místnosti přes ohřívák do sušicí komory, sací ventilátor (hlavní) saje využitý sušicí vzduch z cyklónů a komínem ho dopravuje na střechu. Se sušicím vzduchem odsává současně i vzduch z pneumatické dopravy, sloužící i k ochlazení usušeného prášku. Tento dopravní vzduch je po průchodu cyklónem pneudopravy vrácen z cyklónu pneudopravy do odtahového potrubí před hlavní cyklón. Z cyklónu pneudopravy padá prášek buď do automatické pytlovací váhy, nebo z mezizásobníku je pneumaticky dopravován do mísicí stanice.

Celé zařízení je vyrobeno z ocelového nerezavějícího plechu, je uloženo v lehké samonosné konstrukci, ventilátory jsou umístěny na podlaze provozovny (snížení chvění). Sušicí komora je vybavena zařízením na čištění vnitřního prostoru (výsuvná lávka, pojízdná klec). Celá sušárna je ovládána z řídicího panelu s možností registrace a sledování hlavních parametrů sušicího prostředí, je vybavena automatickou regulací dávkovaného množství mléka podle výstupní teploty sušicího prostředí, a blokováním jednotlivých elektromotorů. Obsluha zařízení je jednoduchá (1 pracovník na obsluhu sušárny, 1 až 2 pracovníci u odběru usušeného materiálu).

Při prováděných zkouškách a měřeních při zkušebním provozu v r. 1967—1968 [10] bylo zařízení sledováno jak po stránce funkční, tak i provozní. Byla sledována činnost rozprašovacího zařízení, hydrodynamika sušicí komory, odlučovacího zařízení, jakost usušeného produktu a provoz celého zařízení. Během zkušebního provozu pracovala sušárna cca 2700 hodin, bylo provedeno cca 70 zkoušek a měření. Použitý typ rozprašovacího zařízení byl volen vhodně, včetně pohonu, nedocházelo k závadám. Také dávkovací zubové čerpadlo se osvědčilo, jako výhodné se jeví použití kol z nerezavějící oceli. Konstruktivní uspořádání rozváděcí spirály umožňuje jak změnu vzájemného poměru obvodového a středového sušicího vzduchu, tak i zajišťuje rovnoměrnost rozložení rychlostí sušicího vzduchu po celém obvodu sušicí komory. Smísení sušicího vzduchu s rozprašovaným materiálem v oblasti rozprašovacího kotouče je dokonalé, intenzita sušicího pochodu v obvodových partiích sušicí komory je zvýšena působením horkého obvodového sušicího vzduchu na již částečně vysušené částičky rozprašovaného materiálu.

Prototyp rozprašovací sušárny je vybaven intenzivní chladicí pneudopravou, je použito vzduchu z provozovny, který může být chlazen v chladicí vzduchu pneudopravy. Teplota usušeného prášku za cyklónem pneudopravy byla asi o 10 až 15 °C vyšší než teplota chladicího vzduchu.

Odpařivost sušárny, stanovená při zkouškách, byla při sušení odstředěného mléka cca 1150 kg o.v./h, při sušení natučnělého mléka cca 1250 kg o. v./h, při vstupní teplotě sušicího vzduchu 160—170 °C a výstupní teplotě 90—95 °C. Počáteční podíl

sušiny zahuštěného mléka byl 43—45 %, konečný podíl vlhkosti byl nižší než 4 %. Usušené mléko mělo vyhovující vlastnosti i po stránce kvality, dobře rozpustné, jeho sypanou hmotnost je možno ovlivnit parametry rozprašovacího kotouče (velikosti, otáčkami), popřípadě jeho tvarem i tvarem kanálků. Sušárna pracuje při sušení odstředěného mléka bez závad, při dodržení konstantních podmínek provozu nedochází k usazování prášku na stropě a stěnách sušicí komory. Měrná spotřeba páry byla, při uvedených provozních parametrech, asi 3,00 kg páry/kg o. v., celková spotřeba elektrické energie asi 100 kW. Měrná odpařivost sušárny je více než dvojnásobná než u obdobných zahraničních sušáren, asi 9—10 kg o. v./h.

Výsledky měření a zkušebního provozu tedy prokázaly, že zkoušený prototyp RS splňuje bezpečně projektové hodnoty, a je schopen při uvažované vstupní teplotě sušicího vzduchu trvalého provozu i při odpařivosti o 15—25 % vyšší. Podle navržené koncepce je v ZVVZ uvažováno o výrobě dalších členů typové řady rozprašovacích sušáren, o nižších typových odpařivostech. Při konstrukci nyní vyráběných rozprašovacích sušáren je použito zkušeností získaných při zkouškách prototypu, jsou provedeny některé úpravy jak rozvodu sušicího prostředí, tak i rozprašovacího zařízení a odprašovacího zařízení. V současné době jsou uváděny do provozu další rozprašovací sušárny typu RS 1000 v mlékárnách v ČSSR, tohoto typu má být použito i k sušení zahuštěného torulového mléka. Vhodnost sušení torulového mléka rozprašováním byla ověřena poloprovozními zkouškami na pokusné sušárně RS 20 v SVÚSS, jak pro torulové mléko z melasy, tak i z nafty. Jako topného prostředí je v tomto případě použito směsi spalin zemního plynu se vzduchem, při vyšší vstupní teplotě i zvýšeném výkonu zařízení. Použití těchto rozprašovacích sušáren se jeví vhodným jak k sušení mléčných a potravinářských produktů, tak i v průmyslu farmaceutickém, chemickém a podobně. Je s nimi počítáno i pro vývoz ke kompletaci typických exportních celků, např. mlékáren.

SEZNAM LITERATURY

- [1] S. Kolář: Rozprašovací sušárny (Průmysl potravin, 3/1957, příloha).
- [2] S. Kolář: Rozprašovací sušárny čs. koncepce (Průmysl potravin, 4/1961).
- [3] S. Kolář: Měření na tryskových RS čs. výroby (zpráva SVÚTT 62-05034).
- [4] S. Kolář: Experimentální výzkum sušení materiálů rozprašováním (zpráva SVÚTT 62-05043).
- [5] S. Kolář: Výzkum sušení rozprašováním — závěrečná zpráva (SVÚTT 63-05015).
- [6] S. Kolář: Výzkum sušení kalů z čistíren odpadních vod (zpráva SVÚSS 65-05015, SVÚSS 65-05037, SVÚSS 68-09011).
- [7] S. Kolář: Sušení a granulace keram. hmot na RS (zpráva SVÚSS 65-05027).
- [8] S. Kolář: Pokusná proudová sušárna s rozprašováním (zpráva SVÚSS 66-05034).
- [9] S. Kolář: Erfahrungen mit der Sprühtrocknung in der Chemischen Industrie (Luft- und Kältetechnik, 2/1967).
- [10] S. Kolář: Prototyp rozprašovací sušárny čs. koncepce RS 1000 (zpráva SVÚSS 68-09016).



PRANDTLŮV EMPIRICKÝ KOEFICIENT κ_1 U VOLNÉHO PŘOUDU A PŘOUDU U STĚNY

ING. JOSEF NOVÁK, CSc.

Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy

V článku je vyšetřován Prandtlův empirický koeficient κ_1 u volného dvojrozměrného turbulentního proudu a u dvojrozměrného turbulentního proudu u stěny. Tyto proudy se uvažují jako nestlačitelné. Vyšetřování κ_1 se provádí pomocí experimentů a vztahů pro tzv. konvenční hranici. U volného proudu se přitom vychází z experimentů Förthmannových a u proudu u stěny z experimentů provedených v SVÚSS [4].

Při vyšetřování koeficientu κ_1 napříč proudů se kvalitativně posuzuje i příslušná turbulentní viskozita ε .

Recenzoval: Ing. V. Hladký

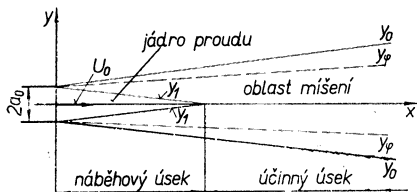
POUŽITÁ OZNAČENÍ

x, y	pravoúhlé souřadnice,
a_0	poloviční šířka výtokové spáry u volného proudu a celková šířka spáry u proudu u stěny,
y_1	hranice jádra proudu,
y_φ	konvenční hranice proudu,
y_0	skutečná hranice proudu, resp. hodnota odpovídající ξ_0 ,
δ	hranice (tloušťka) mezní vrstvy,
δ_0	hodnota δ v $x = 0$,
$\tilde{x}$	délka jádra proudu, resp. délka náběhového úseku proudu, resp. jiná okrajová hodnota x v účinném úseku proudu,
$\tilde{y}_\varphi$	hodnota y_φ v $x = \tilde{x}$,
s	tloušťka mezistěny mezi proudem u stěny a okolní tekutinou,
b	charakteristická, resp. konvenční šířka oblasti míšení,
U, V	podélná (ve směru osy x) a příčná (ve směru osy y) rychlost proudění (střední hodnoty podle času),
u', v'	podélná a příčná turbulentní fluktuace rychlosti,
U_0	rychlost proudu v jeho počátku a jádře,
U_b	podélná rychlost okolní tekutiny,
$U_{\max}, U_{\min}$	maximální a minimální podélná rychlost v příčném řezu proudu,
ρ	měrná hmota tekutiny,
τ	tečné napětí,
κ_1	Prandtlův empirický koeficient,
ν, ε	molekulární a turbulentní viskozita tekutiny,
$Re = \frac{U_0 a_0}{\nu}$	Reynoldsovo číslo,
$\varphi(\xi)$	funkce, charakterizující rozložení podélných rychlostí U v příčném řezu oblasti míšení,
ξ	argument funkce $\varphi(\xi)$,
φ_k	parametr hranice y_φ ,
a	konstanta funkce $\varphi(\xi)$,
B_1 až $B_4, P, S_\varphi, B_\varphi$	konstanty.

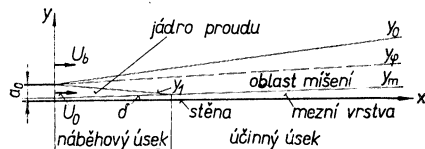
V technické praxi je třeba často řešit turbulentní volné proudy a proudy u stěny, které se mísí s okolní tekutinou v klidu nebo v pohybu (příklady viz na obr. 1 a obr. 2). Při takovém řešení se k výpočtu turbulentní viskozity v oblastech míšení těchto proudů používá Prandtlův vzorec [1]

$$\varepsilon = \kappa_1 b (U_{\max} - U_{\min}), \quad (1)$$

v němž b je charakteristická šířka oblasti míšení, $U_{\max}$ a $U_{\min}$ maximální a minimální podélná rychlost v příčném průřezu této oblasti (střední hodnoty podle času) a κ_1



Obr. 1. Schéma volného dvojrozměrného turbulentního proudu.



Obr. 2. Schéma dvojrozměrného turbulentního proudu u stěny.

empirický koeficient, o kterém se předpokládá, že pro daný proud je konstantní, ale případ od případu se může měnit. Velikost tohoto koeficientu nebyla dosud pro jmenované proudy dostatečně vyšetřena.

Uvážíme-li, že pro turbulentní tečné napětí platí vztah

$$\tau = -\rho \overline{u'v'} = \rho \varepsilon \frac{dU}{dy}, \quad (2)$$

lze velikosti κ_1 určit ze vzorce

$$\kappa_1 = \frac{\overline{u'v'}}{b(U_{\max} - U_{\min})} \frac{dU}{dy}, \quad (3)$$

v němž střední hodnotu součinu $\overline{u'v'}$ podélné (u') a příčné (v') turbulentní fluktuace rychlosti, gradient střední podélné rychlosti dU/dy , šířku b a rychlosti $U_{\max}$ a $U_{\min}$ změříme. Tento způsob však vyžaduje nákladnou aparaturu pro určení $\overline{u'v'}$. Proto v této stati získáváme informace o κ_1 jiným způsobem — nepřímou — pomocí konvenční hranice proudu. Tento způsob spočívá v tom, že s použitím vzorců (1) a (2) odvodíme vztahy pro uvažovanou konvenční hranici y_p a pomocí těchto vztahů pak z experimentálních údajů, které se dají snadněji zjistit než $\overline{u'v'}$, určíme průběh κ_1 . Konvenční hranici přitom definujeme jako geometrické místo poloh podélných rychlostí v proudu (oblasti míšení) [2]

$$U = U_{\min} + (U_{\max} - U_{\min}) \varphi_k, \quad (4)$$

kde φ_k je parametr této hranice, resp. proudu. Tento parametr může probíhat interval

$$0 < \varphi_k < 1. \quad (5)$$

V našem případě určujeme průběh koeficientu κ_1 v náběhovém úseku dvojrozměrného turbulentního proudu u rovinné stěny a v účinném úseku volného dvojrozměrného turbulentního proudu; v okolí druhého proudu předpokládáme klidnou tekutinu ($U_{\min} = 0$). U proudu u stěny používáme pro konvenční hranici y_φ , resp. $y_\varphi^* = y_\varphi/a_0$ vztah

$$y_\varphi^* = 1 + \kappa_1 S_\varphi x^* + \frac{1}{8} (\delta^* - \delta_0^*) \quad (6)$$

a u volného proudu vztah

$$y_\varphi^* = \tilde{y}_\varphi^* + \kappa_1 B_\varphi (x^* - \tilde{x}^*). \quad (7)$$

V prvním vztahu je $\delta^* = \delta/a_0$ poměrná tloušťka mezní vrstvy v místě $x^* = x/a_0$ a δ_0^* v místě $x^* = 0$ (a_0 je šířka výtokové spáry u proudu u stěny a poloviční šířka spáry u volného proudu). Velikost této tloušťky se určí ze vztahu

$$\delta^{*5/4} = \delta_0^{*5/4} + 0,287 \text{Re}^{-1/4} x^*, \quad (8)$$

který byl odvozen za předpokladu, že rozložení rychlostí U v příčných řezech mezní vrstvy na stěně lze aproximovat exponenciálním zákonem s exponentem $1/7^*$) a kde $\text{Re} = U_0 a_0 / \nu$ je Reynoldsovo číslo. Ve vztahu (7) je $\tilde{y}_\varphi^*$ hodnota y_φ^* v místě $x^* = \tilde{x}^*$, tj. na počátku účinného úseku proudu.

Vztahy (6) a (7) byly odvozeny [2] za předpokladu, že

1. proudění je nestlačitelné,
2. statický tlak v proudech je konstantní,
3. příčná střední rychlost (V) v proudech je alespoň o jeden řád menší než střední podélná rychlost (U),
4. rychlost proudu v jeho počátku a jádře (U_0 , viz *obr. 1 a 2*) a rychlost tekutiny v okolí proudu u stěny ($U_b \parallel U_0$) jsou konstantní,
5. rozložení podélných rychlostí U v příčných řezech oblasti míšení (i v příčných řezech mezní vrstvy) je podobné,
6. molekulární viskozita v oblasti míšení proudů je zanedbatelná proti viskozitě turbulentní.

Je zřejmé, že pak ve vzorcích (1), (3) a (4) je pro proud u stěny $U_{\min} = U_b$ (a pro volný proud, jak už bylo uvedeno, $U_{\min} = 0$).

Dalším důležitým předpokladem pro odvození vztahů (6) a (7) bylo, že za charakteristickou šířku oblasti míšení b ve vzorci (1) jsme volili tzv. *konvenční* šířku této oblasti, která v náběhovém úseku proudu u stěny je

$$b = y_\varphi - y_1 \quad (9)$$

(y_1 je šířka, resp. hranice jádra proudu) a v účinném úseku volného proudu

$$b = y_\varphi. \quad (10)$$

*) Tečné napětí na stěně se počítá podle známého vzorce [3]

$$\tau_0 = 0,0225 \rho \nu^{1/4} U_0^{7/4} \delta^{-1/4},$$

kde U_0 je rychlost v místě $y = \delta$.

Symbol S_φ ve vztahu (6) a symbol B_φ ve vztahu (7) značí konstanty

$$S_\varphi = (1 - \beta_1) \frac{(1 - U_b^*) P}{(1 - \varphi_k) \beta_1 - \beta_3}, \quad B_\varphi = \frac{2P}{\varphi_k B_3}, \quad (11)$$

kde $U^* = U_b/U_0$ a

$$\beta_1 = U_b^*(B_1 - B_2) - B_2, \quad (12)$$

$$\beta_3 = U_b^*[(1 + \varphi_k) B_3 - B_4 - \varphi_k] + B_4 - \varphi_k B_3, \quad (13)$$

$$P = - \left(\frac{d\varphi}{d\xi} \right)_{\xi=1}, \quad (14)$$

$$B_1 = \int_0^{\xi_0} \varphi d\xi, \quad B_2 = \int_0^{\xi_0} \varphi^2 d\xi, \quad B_3 = \int_0^1 \varphi d\xi, \quad B_4 = \int_0^1 \varphi^2 d\xi. \quad (15)$$

Symbol φ v (15) značí funkci, která charakterizuje rozdělení podélných rychlostí U napříč oblasti míšení. Pro proud u stěny (náběhový úsek) platí

$$U = U_b + (U_0 - U_b) \varphi(\xi) \quad (16)$$

a pro volný proud (účinný úsek)

$$U = U_m \varphi(\xi), \quad (17)$$

kde U_m je rychlost proudu v ose. Argument ξ funkce φ je pro náběhový úsek proudu u stěny roven $(y - y_1)/(y_\varphi - y_1)$ a pro účinný úsek volného proudu y/y_φ . Horní mez tohoto argumentu ξ_0 (výrazy (15)) přísluší hodnotě $y = y_0$, tj. vnější hranici proudu. Funkce φ je explicitně nezávislá na x .

Při odvozování vztahů (6) a (7) pro konvenční hranici y_φ nebylo třeba o koeficientu κ_1 již předpokládat, že je konstantní v celém proudu, resp. v jeho celých úsecích, jak bylo uvedeno vpředu, ale stačí, když je konstantní vždy na daném průběhu této hranice, tj. pro danou hodnotu parametru φ_k . Aniž se tedy naruší platnost těchto vztahů, může se koeficient κ_1 od jednoho průběhu hranice y_φ ke druhému měnit, to znamená, že ho lze sledovat v závislosti na φ_k a podle vztahů (8) a (11) až (17) u proudu u stěny ještě v závislosti na U_b^* a Re a u obou proudů rovněž v závislosti na průběhu funkce $\varphi(\xi)$. Tuto teoretickou závislost vyjádříme u proudu u stěny symbolicky takto

$$\kappa_1[y_\varphi(\varphi_k, U_b^*, Re, \varphi)] \quad \text{resp.} \quad \kappa_1(\varphi_k, U_b^*, Re, \varphi) \quad (18)$$

a u volného proudu ($U_b = 0$)

$$\kappa_1[y_\varphi(\varphi_k, \varphi)], \quad \text{resp.} \quad \kappa_1(\varphi_k, \varphi). \quad (19)$$

Probíhá-li parametr φ_k interval (5), posouvá se hranice y_φ od vnějšího okraje proudu směrem k jeho jádru, resp. ose. Tím funkce (18) a (19) pokrývají celou oblast míšení proudu s výjimkou hranice y_0 a funkce (18) ještě s výjimkou hranice y_1 a funkce (19) s výjimkou osy proudu. Jestliže funkce (18) a (19) uvažujeme pro příčný průřez daného proudu, pak veličina $y_\varphi(\varphi_k)$ (resp. φ_k) v nich hraje úlohu příčné souřadnice y , a průběhy κ_1 , určené podle nich v jednotlivých průřezích, jsou za daných předpokladů sobě podobné.

Metoda, navržená pro vyšetření κ_1 , je tedy založená na použití vztahů (6) a (7), které jak už bylo poznamenáno, platí tehdy, když je splněn předpoklad, že κ_1 je

na dané hranici y_φ konstantní. Tato okolnost by však mohla vést k závěru, že uvažovaný koeficient je nutné vyšetřovat vždy podél celé hranice y_φ , tj. v celém příslušném intervalu proměnné x . Ale tomu tak není; oba vztahy lze totiž použít i pro libovolně malé intervaly proměnné x . Jestliže pak ve vztahu (7) nahradíme $\tilde{x}$ proměnlivou spodní mezí uvažovaného intervalu a podobnou mez zavedeme i do vztahu (6), můžeme v proudu pomocí těchto vztahů vyšetřit s přijatelnou technickou přesností i lokální hodnoty κ_1 .

Z velikosti a proměnlivosti koeficientu κ_1 , z určené konvenční šířky b a maximálního rozdílu podélných rychlostí v příčném průřezu oblasti míšení můžeme pak pomocí vzorce (1) soudit na velikost a proměnlivost příslušné turbulentní viskozity ε . Protože b závisí podle (9) a (10) na $y_\varphi(x, \varphi_k)$, plyne pro ε v daném příčném průřezu oblasti míšení ze vzorce (1) relace

$$\varepsilon \sim \kappa_1(\varphi_k) \cdot b(\varphi_k). \quad (20)$$

Tato relace ukazuje, že když v takovém průřezu vyjde na základě měření (pro všechna φ_k v intervalu (5))

$$\kappa_1(\varphi_k) \cdot b(\varphi_k) = \text{konst.},$$

je turbulentní viskozita ε v tomto průřezu v soulase s původní Prandtlovou hypotézou [1] konstantní. Jestliže v tomto průřezu však vyjde

$$\kappa_1(\varphi_k) \cdot b(\varphi_k) \neq \text{konst.},$$

pak součin $\kappa_1 b_1$ a tudíž i příslušná viskozita ε jsou funkcí příčné souřadnice y . Předcházející nerovnost převedeme pro další použití, např. pro tři hodnoty φ_{kI} , φ_{kII} a φ_{kIII} na nerovnost

$$\kappa_{1I} : \kappa_{1II} : \kappa_{1III} \neq \frac{1}{b_I} : \frac{1}{b_{II}} : \frac{1}{b_{III}}. \quad (21)$$

Ze vzorce (1), resp. z relace (20) plyne, že kdybychom za b místo konvenční šířky volili např. celkovou šířku oblasti míšení [1], pak by se viskozita ε měnila napříč proudem sice jen podle κ_1 , ale takový postup by předloženou metodu ochudil o možnost vyšetřit κ_1 a ε lokálně.

Postup vyhodnocování koeficientu κ_1 pomocí experimentů vyplývá vlastně již z předcházejících odstavců. Tedy z experimentálně vyšetřené rozdělení rychlostí U v proudu určíme konvenční hranici y_φ , a to v soulase s definicí (4) a podmínkou (5), a u proudu u stěny určíme ještě tloušťku (hranici) mezní vrstvy δ podle (8). Potom pomocí vztahu (6), resp. (7) a předcházející hranice y_φ určíme κ_1 . Přitom u proudu u stěny vyšetřujeme závislost κ_1 na Re a U_b^* , a to pro $\varphi_k = 0,5$, a u obou proudů ještě na φ_k . V případě závislosti na φ_k volíme

$$\varphi_k = 0,25, 0,50, 0,75.$$

U proudu u stěny se opíráme o výsledky experimentů SVÚSS [4] a u volného proudu používáme experimenty Förthmannovy [5], v obou případech se vzduchem.

Konstanty S_φ a B_φ v (6) a (7) vypočítáme tehdy, když známe funkci $\varphi(\xi)$, která charakterizuje rozdělení rychlostí U napříč oblastí míšení daného proudu. Ukazuje se, že u proudu u stěny lze pro tuto funkci použít výraz [4]

$$\varphi(\xi) = \frac{U - U_b}{U_o - U_b} = 0,5(1 + \cos \frac{\pi}{2} a\xi) \quad (22)$$

a u Föörthmannova volného proudu ($U_0 = 34,8$ m/s, $a_0 = 15$ mm) výraz [2]

$$\varphi(\xi) = \frac{U}{U_m} = (1 - a\xi^{3/2})^2, \quad (23)$$

kde a je konstanta, jejíž velikost se v soulase s (4) a (5) určí z podmínky [2]

$$\varphi(a, \xi)_{\xi=1} = \varphi_k. \quad (24)$$

Horní mez ξ_0 argumentu ξ vychází pak z relace $\varphi(a, \xi_0) = 0$. Za těchto předpokladů jsou hodnoty a , ξ_0 , S_φ (pro $U_b = 0$) a B_φ a rovněž hodnoty B_1 až B_4 a P , všechny pro $\varphi_k = 0,25, 0,50$ a $0,75$, uvedeny v *tab. I*.

Empirická závislost koeficientu κ_1 na Re a U^* je pro náběhový úsek proudu u stěny v případě $\varphi_k = 0,5$ vyšetřena v *tab. II* a na Re vynesena graficky na *obr. 3*. V *tab. II* jsou pak ještě uvedeny hodnoty rychlostí U_0 a U_b , šířky spáry a_0 , teploty proudu T

Tab. I. Hodnoty a , ξ_0 , B_1 až B_4 , P , B_φ a $S_\varphi(U_b^* = 0)$.

φ_k	Pro $\varphi(\xi)$ podle (22)			Pro $\varphi(\xi)$ podle (23)		
	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
a	1,3333	1,0000	0,6666	0,50000	0,29289	0,13398
ξ_0	1,5000	2,0000	3,0000	1,58741	2,26740	3,81928
B_1	0,7500	1,0000	1,5000	0,7143	1,0203	1,7187
B_2	0,5625	0,7500	1,1250	0,5010	0,7156	1,2053
B_3	0,7068	0,8183	0,9135	0,6625	0,7871	0,8973
B_4	0,5559	0,6933	0,8402	0,4930	0,6428	0,8109
P	0,9069	0,7854	0,4535	0,7500	0,6213	0,3481
S_φ	9,3029	2,1613	-0,4491	7,7425	1,6284	-0,4373
B_φ	10,2654	3,8392	1,3237	9,0566	3,1574	1,0344

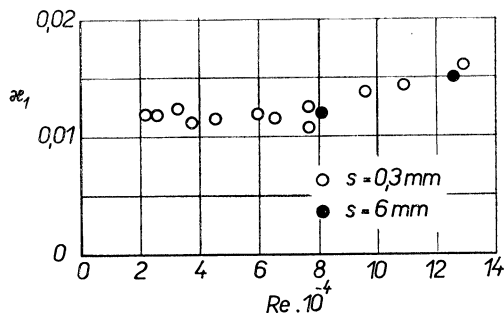
Tab. II. Závislost Prandtlůva koeficientu κ_1 na Re a U_b^* v náběhovém úseku dvojrozměrného proudu vzduchu u stěny ($\varphi_k = 0,5$).

$Re \cdot 10^{-4}$	U_b^*	U_0 [m/s]	U_b [m/s]	T [°C]	a_0 [mm]	s [mm]	κ_1
2,16	0	34,6	0	23	10	0,3	0,0119
2,58	0	41,3	0	23	10	0,3	0,0118
3,29	0	52,6	0	23	10	0,3	0,0124
3,77	0	30,4	0	25	20	0,3	0,0111
4,56	0	37,4	0	28	20	0,3	0,0115
5,94	0	47,5	0	23	20	0,3	0,0119
6,53	0	52,7	0	25	20	0,3	0,0115
7,67	0	32,2	0	32	40	0,3	0,0125
7,70	0	61,2	0	22	20	0,3	0,0110
8,09	0	33,2	0	28	40	6	0,0120
9,56	0	39,0	0	27	40	0,3	0,0138
10,9	0	45,1	0	30	40	0,3	0,0143
12,6	0	51,3	0	27	40	6	0,0150
12,9	0	53,1	0	28	40	0,3	0,0161
7,23	0,507	57,8	29,3	23	20	0,3	0,003
13,7	0,477	57,7	275	32	40	0,3	0,015

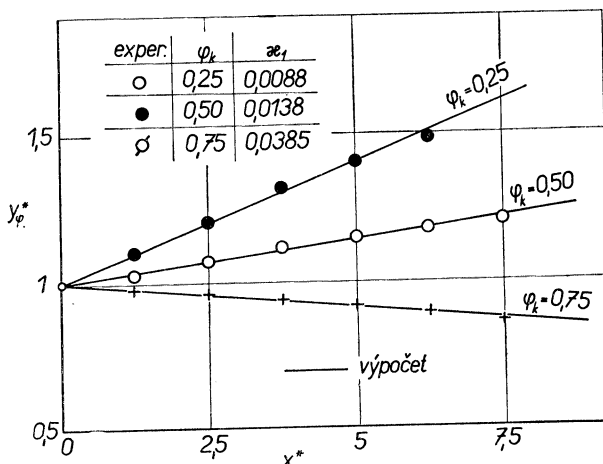
a tloušťky mezistěny mezi proudem a okolním vzduchem s v počátku $x = 0$. Empirická závislost α_1 na φ_k je patrná z obr. 4.

Pro volný proud je empirická závislost koeficientu α_1 na φ_k vyšetřena na obr. 5.

Z obr. 4 a 5 plyne, že v příslušném rozsahu porovnání je koeficient α_1 na dané hranici $y_\varphi(x, \varphi_k)$ v soulase s předpokladem výpočtu prakticky konstantní. U obou



Obr. 3. Závislost koeficientu α_1 na Re v náběhovém úseku dvojrozměrného turbulentního proudu u stěny s $U_b^* = 0$.

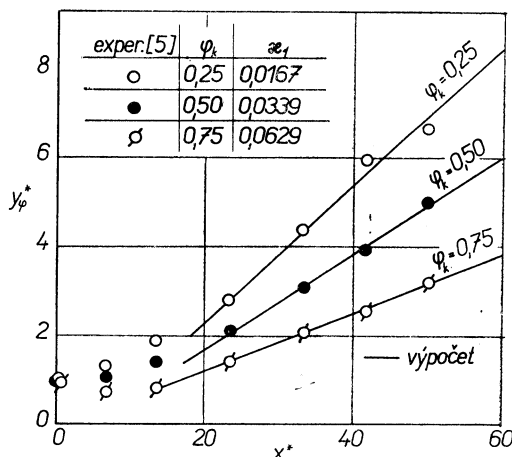


Obr. 4. Konvenční hranice y_φ^* náběhového úseku dvojrozměrného turbulentního proudu u stěny ($U_0 = 39 \text{ m/s}$, $U_b = 0$, $a_0 = 40 \text{ mm}$, $Re = 9,56 \cdot 10^4$). Závislost α_1 na φ_k .

proudů však hodnota tohoto koeficientu s rostoucím φ_k , tj. s posouváním hranice y_φ směrem k jádru, resp. ose proudu, roste. S Reynoldsovým číslem Re se koeficient α_1 až asi do $Re = 8 \cdot 10^4$ prakticky nemění, ale pak s rostoucím Re roste. U tohoto proudu závisí α_1 i na U_b^* . Tuto závislost by však bylo třeba ještě hlouběji prošetřit. Rovněž u volného proudu by bylo třeba závislost α_1 na U_b^* a též na Re věnovat pozornost.

Nyní ze zjištěných empirických závislostí α_1 na φ_k usuzujeme na proměnlivost příslušné turbulentní viskozity ε , a to pro jednoduchost jen napříč proudem. To provedeme pomocí relace (21). Tak u proudu u stěny jsou hodnoty α_1 pro $\varphi_k = 0,25$,

0,50, a 0,75 podle obr. 4 v poměru 0,0088 : 0,0138 : 0,0385, tj. 0,64 : 1 : 2,79 a u volného proudu podle obr. 5 v poměru 0,0167 : 0,0339 : 0,0629, tj. 0,49 : 1 : 1,86. Převrácené hodnoty šířky b jsou v prvním případě v poměru 0,73 : 1 : 1,5 (k výpočtu použito výrazu (22)) a v druhém případě v poměru 0,72 : 1 : 1,6 (k výpočtu použito výrazu (23)). Poněvadž odpovídající si poměry se v obou případech od sebe liší, je turbulentní viskozita ε napříč obou proudů (oblastí míšení) proměnlivá.



Obr. 5. Konvenční hranice y_p^* účinného úseku volného dvojrozměrného turbulentního proudu ($U_0 = 34,8$ m/s, $U_b = 0$, $a_0 = 15$ mm). Závislost α_1 na φ_k .

K předpokladům č. 1 až 6, které byly použity při odvozování vztahů (6) a (7), poznamenejme, že byly přibližně splněny, a to předpoklad č. 2 až na oblast výstupu proudu a předpoklady č. 3 a 6 až na okraj proudu s $U_b = 0$.

ZÁVĚR

Nepřímý způsob vyšetření velikosti Prandtlova empirického koeficientu α_1 ukázal na proměnlivost turbulentní viskozity ε jak napříč proudem u stěny tak napříč volného proudu. Tento koeficient byl u proudu u stěny vyšetřován také v závislosti na Reynoldsově čísle Re , a to v rozsahu $Re = (2,16 \text{ až } 12,9) \cdot 10^4$, a v závislosti na poměru rychlostní okolní tekutiny a proudu U_b/U_0 v rozsahu $U_b/U_0 = 0$ až 0,507. V prvním případě se α_1 s Re do $Re = 8 \cdot 10^4$ nemění, ale pak s rostoucím Re roste. Na poměru U_b/U_0 zřejmě α_1 rovněž závisí; tuto závislost by však bylo třeba hlouběji prošetřit.

LITERATURA

- [1] Prandtl L.: Berechnung zu der freien Turbulenz, ZAMM 22 (1942), 241.
- [2] Novák J.: Turbulentní dvojrozměrné a radiální volné proudy a proudy u stěny, Strojnícky časopis 21 (1970), 423.
- [3] Schlichting H.: Grenzschicht-Theorie (1954), Karlsruhe.
- [4] Novák J.: Experimentální vyšetření plochého turbulentního proudu vzduchu u stěny, Zdravotní technika a vдуchotechnika 13 (1970), 1.
- [5] Förlthmann H.: Über turbulente Strahlausbreitung, Ing.-Archiv (1942), 42.

ЭМПИРИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПРАНДТЛА α_1 ДЛЯ СВОБОДНОЙ СТРУИ И ДЛЯ ПРИСТЕННОЙ СТРУИ

Инж. Й. Новак, канд. тех. наук

В статье исследуется эмпирический коэффициент α_1 Прандтля для свободной двухразмерной турбулентной пристенной струи. Эти токи считаются несжимаемыми. Исследование α_1 проводится при помощи экспериментов и соотношений для так называемой конвекционной границы. У свободной струи при этом исходят из экспериментов Фертманна и у пристенной струи из экспериментов, проведенных в Государственном машиностроительном исследовательском институте (4).

При исследовании коэффициента α_1 поперек струй качественно обсуждается также соответствующая турбулентная вязкость ϵ .

PRANDTL'SCHEN EMPIRISCHEN KOEFFIZIENT α_1 FÜR FREIEN STROM UND STROM ENTLANG DER WAND

Ing. Josef Novák, CSc.

Der vorliegende Artikel untersucht den Prandtl'schen empirischen Koeffizienten α_1 für freien zweidimensionalen turbulenten Strom und für zweidimensionalen turbulenten Strom entlang der Wand. Diese Ströme werden als unverdichtbar betrachtet. Die Untersuchung des α_1 wird experimentell und aus den Beziehungen der sogenannten Konvektionsgrenze durchgeführt. Beim freien Strom wird dabei von den Förlthmann'schen Experimenten und beim Strom entlang der Wand von den von SVÚSS (4) durchgeführten Experimenten ausgegangen.

Bei der Untersuchung des Koeffizienten α_1 quer zu dem Strömen wird auch die betreffende turbulente Viskosität ϵ qualitativ beurteilt.

PRANDTL'S EMPIRICAL COEFFICIENT α_1 ON FREE JET AND WALL JET

Ing. Josef Novák, CSc.

The paper investigates Prandtl's empirical coefficient α_1 on the free two-dimensional turbulent wall jet. These jets are considered as incompressible. The investigation of α_1 is carried out by means of experiments and relations for the so called convection limit. Research of the free jet is based on Förlthmann's experiments and the wall jet on experiments realised in the SVÚSS (4).

During the investigation of the coefficient α_1 across the jets even the relative turbulent viscosity ϵ is judged as to the quality.

COEFFICIENT EMPIRIQUE α_1 DE PRANDTL POUR LE COURANT LIBRE ET LE COURANT LE LONG DU MUR

Ing. Josef Novák, CSc.

On examine, dans l'article présenté, le coefficient empirique α_1 pour le courant libre à deux dimensions, turbulent et pour le courant le long du mur à deux dimensions, turbulent. Ces courants sont considérés comme incompressibles. L'investigation de α_1 est effectuée à l'aide des expériences et des rapports pour la soi-disant limite de convection. La recherche du courant libre est basée sur les expériences de Förlthmann et quant au courant le long du mur sur les expériences réalisées dans le SVÚSS (4).

Durant l'investigation du coefficient α_1 en travers des courants, on juge même qualitativement la viscosité turbulente respective ϵ .

DOC. ING. ALEXANDER GRIMM - 70 LET

Dne 14. ledna 1972 se dožil 70 let doc. Ing. A. Grimm. Je absolventem strojního oboru Vysoké školy technické v Brně, kde kromě toho vystudoval ještě obor elektrotechnický. Po bohaté praxi v průmyslu byl jmenován docentem na Vysoké škole technické v Brně, kde působil v oboru technických zařízení budov a vychoval řadu odborníků, kteří dnes platně přispívají k rozvoji našeho národního hospodářství. Kromě činnosti pedagogické, věnoval se doc. Grimm i dále praktickým úkolům a vypracoval více návrhů vytápěcích a klimatizačních zařízení pro významné objekty postavené v období po druhé světové válce.

Svých sedmdesátin se jubilant dožil uprostřed pilné práce. Redakční rada časopisu ZTV mu přeje v této práci další úspěchy a do jeho osobního života dobré zdraví a životní pohodu.

REDAKČNÍ RADA ZTV

● Hořáky na dvojí palivo plyn—olej

(Ing. P. Práger)

Tato publikace má sloužit velkoodběratelům k informaci o komplexní problematice kombinovaných hořáků na plyn a olej. Je v ní popsán význam a možnosti využití dvojího paliva, další kapitola je věnována olejovému hospodářství, ve IV. kapitole se čtenář seznámí s funkcí a konstrukcí kombinovaných hořáků na plyn a olej a v poslední kapitole je probrán provoz hořáků na dvojí palivo.

Publikace je určena projektantům, provozovatelům a obsluze tepelně technických zařízení na dvojí palivo a především těm uživatelům, kteří již provozují plynové hořáky a jejichž pracovníci jsou určeni i k obsluze hořáků na druhé palivo (olej).

Vydaly československé plynárenské podniky v roce 1970, 129 stran.

● Anglicko-český technický slovník

Slovník obsahuje asi 78 000 hesel a terminologických spojení ze všech technických oblastí. Je dílem početného kolektivu odborníků z vysokých škol, výzkumných ústavů i z praxe.

Oproti Velkému anglicko-českému technickému slovníku je obohacen mnoha termíny z nových, rychle se vyvíjejících oborů, jako je např. elektronika, automatizace, průmysl plastických hmot a vláken apod.

Nakladatelství technické literatury nabízí touto publikací všem inženýrům, technikům, vědeckým pracovníkům, překladatelům a stu-

dujícím, kteří se setkávají s anglo-americkou literaturou, velmi přehledně uspořádané dílo, které se jim jistě stane platným a spolehlivým informátorem v celé široké oblasti anglické a americké technické terminologie.

Vydalo SNTL v roce 1971, 1028 stran, cena vázaného výtisku 89 Kčs.

● Klimatizace veletržního pavilónu

Veletržní pavilon ve Frankfurtu n. M. je klimatizován nízkotlakým způsobem. Klimatizační strojovny o výkonu 120 000 m³/h vzduchu jsou speciální lehké konstrukce s dvojitými stěnami s výplní z tepelné izolace. Jednoduché rozvody vzduchu jsou opatřeny výústkami s možností dodatečné regulace množství vzduchu.

(Je)

● Vlhčicí přístroje LUMATIC se vyrábějí v USA v licenci

Výrobce vlhčících přístrojů LUMATIC, fa Plascon AG oznámila uzavření licenční dohody s americkou firmou CARNES Corp.

Švýcarský výrobce vidí na americkém trhu velké možnosti, vzhledem k tomu, že obor vlhčení vzduchu byl mohutným průmyslem klimatizace v USA přehlédnut. Přístroje LUMATIC byly uvedeny na trh teprve před šesti léty a zakrátko získaly světové jméno.

CCI 6/70

(Ku)



SOUČASNÉ POZNATKY TEORIE SUŠENÍ

DOC. ING. J. VALCHÁŘ, CSc.

Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy

Pokroky, dosažené v posledních letech v oblasti teorie sušení, se projevíly ve vypracování nových koncepcí sušáren s intenzifikovaným přestupem tepla a přenosem hmoty mezi vysoušeným materiálem a sušicím prostředím.

V práci je podán syntetický a kritický rozbor nejvýznamnějších směrů současného vývoje teorie sušení. Z něho vychází i racionální zdůvodnění perspektiv dalšího rozvoje tohoto oboru.*)

Recenzoval: Doc. Ing. J. Chyský, CSc.

1. ÚVOD

Vymezení teorie sušení jako uceleného hraničního vědního oboru je značně komplikované; složitost spočívá zejména ve skutečnosti, že teorie sušení přebírá poznatky z mnoha oborů, jejichž vzájemné postavení není z hlediska současných poznatků jednoduše vymezeno.

Je přirozené, že teorie sušení jako technická disciplína vychází především z různých oborů věd fyzikálních, zejména pak z mechaniky. Je zřejmé, že z různých oborů mechaniky teorie sušení čerpá především z termodynamiky rovnovážných i nerovnovážných dějů. Syntézou některých poznatků termodynamiky a teorie mezní vrstvy pak vznikla teorie konvektivního sdílení tepla při obtékání těles tekutinami; z tohoto vědního oboru teorie sušení vychází při studiu sdílení tepla a přenosu hmoty mezi sušicím prostředkem a vysoušeným materiálem.

Z hlediska poznání sušicího procesu mají principiální význam procesy, které probíhají uvnitř vysoušeného materiálu při sušení a jsou tedy ovlivňovány vzájemnou souvislostí vlhkosti a tuhého materiálu. Při studiu těchto dějů lze vycházet z fyzikální chemie, která používající metod fyziky popisuje a vykládá ty děje ve všech oborech chemie, které souvisejí s fyzikou, a to buď svou povahou, nebo metodou zkoumání [2]. Z úseku fyzikální chemie pro studium vazby vlhkosti s tuhým látkou má zřejmě největší význam koloidní chemie, která tím, že navazuje na obecné fyzikálně-chemické principy, provádí systematické zkoumání disperzních soustav [3]; vlhký materiál lze též považovat za disperzní systém tvořený vlhkostí a tuhým materiálem.

Z naznačeného přehledu fyzikálních a chemických vědních oborů je patrná složitost zařazení teorie sušení jako hraničního oboru.

Mezi základní úseky teorie sušení v současné době pak řadíme zejména:

1. Teorii vazby vlhkosti s tuhým skeletem a teorie termodynamické rovnováhy vlhkého materiálu a okolí. Tato partie teorie sušení se někdy též nazývá termodynamikou vlhkého materiálu nebo též statikou sušení.

*) Práce si neklade za cíl podat vyčerpávající přehled nejdůležitějších publikací z oboru za poslední roky. V tomto případě by seznam literárních odkazů neúměrně převyšoval vlastní text práce. Je proto uveden pouze seznam nejdůležitějších monografií, popřípadě ostatních publikací zásadního významu.

2. Teorie sdílení energie (tepla) a hmoty vlhkosti v tuhých dispersních materiálech.

3. Přestup tepla a přenos hmoty v mezní vrstvě na povrchu vysoušeného materiálu.

4. Teoretické základy technologie sušicího procesu.

V následující části práce bude podán přehled a kritický rozbor současného stavu poznatků v jednotlivých úsecích teorie sušení.

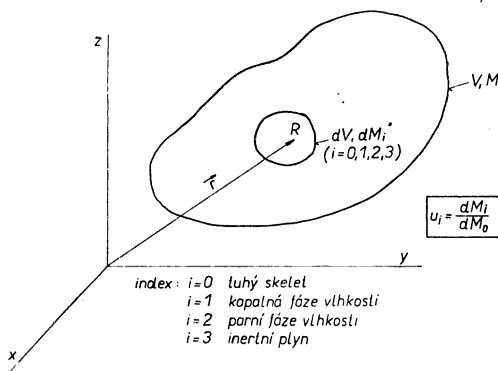
2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNATKŮ V HLAVNÍCH ÚSECÍCH TEORIE SUŠENÍ

Přehled a zhodnocení současného stavu poznatků v hlavních úsecích teorie sušení lze uspořádat podle jednotlivých základních úseků.

2.1 Teorie vazby vlhkosti s tuhým disperzním materiálem

Vlhký materiál lze pokládat za systém, tvořený absolutně suchou látkou (skeletem) a vlhkostí. Většinou skelet obsahuje vlhkost současně v kapalně a parní fázi; vnitřní systém dutin ve skeletu

může být částečně zaplněn i inertním plynem — vzduchem, který s parní fází vlhkosti vytváří směs — vlhký vzduch. Vlhkost je ve skeletu udržována — vázána určitou vazebnou energií. Na obr. 1 je schematicky podán přehled symbolů užívaných pro označování složení vlhkého materiálu, jak je používáno v této práci. Z hlediska sdílení tepla a vlhkosti v materiálu při sušení má značný význam fyzikální popis vazby vlhkosti k tuhému skeletu.



Obr. 1. K definici měrné vlhkosti.

Studium vazby vlhkosti s tuhým skeletem bylo zpočátku soustředěno zejména na poznání fyzikálních, popřípadě fyzikálně chemických jevů, které vazbu podmiňují. Bylo určeno, že jevy podmiňující vazbu vlhkosti se skeletem mohou mít charakter

mechanický (adhezní vazby, kapilární vazba), fyzikálně chemický (strukturální vazba, osmotická vazba, adsorpční vazba) nebo chemický (molekulová vazba, iontová vazba) [4]. Do teorie vazby vlhkosti s tuhým skeletem byly postupně převzaty nejdůležitější poznatky a zákonitosti o citovaných dějích, a to zejména z fyziky a fyzikální případně koloidní chemie. Při podrobnějším teoretickém rozboru se ukázalo, že vlhkost je s tuhým skeletem vázána s různou intenzitou, a to podle povahy jevů, které vazbu určují. Z této skutečnosti vyšel Rebinder [4] a navrhl třídění vazebných forem vlhkosti podle vazebné energie; ve svém klasifikačním schématu uspořádal vazebné formy od maximálních hodnot vazebné energie (chemická vazba) k hodnotám minimálním (mechanická vazba). Uspořádání vazebných forem vlhkosti od maximálních k minimálním hodnotám vazebné energie současně odpovídá uspořádání od jednoznačně definovaných kvantitativních poměrů vazby vlhkosti se skeletem k neurčitým poměrům vazby vlhkosti se skeletem.

Při dalším studiu vazby vlhkosti se skeletem se ukázala nutnost vazebnou energii exaktně definovat, a to zejména v souvislosti s nutností experimentálního určení této veličiny. Z termodynamického hlediska lze tuto veličinu interpretovat pomocí termodynamického potenciálu pro vhodné zvolené podmínky. Podrobnější rozbor tohoto problému podává např. práce [5]. Byla rovněž navržena a ověřena kalorimetrická metoda pro přímé určování vazebné energie v závislosti na měrné vlhkosti materiálu tzv. energogramu sušení [6].

Systematická pozornost byla proto věnována též termodynamické definici potenciálu určujícího přenos vlhkosti ve vlhkých materiálech a stanovení odpovídající stupnice pro kvantitativní vyjadřování této veličiny [10], [5]. Při definování potenciálu pro přenos vlhkosti se většinou vycházelo z teorie termodynamické rovnováhy vlhkého materiálu s okolím uvažovaným ve dvou alternativách:

- a) jako vlhký vzduch (sorpční a desorpční izotermy vlhkého materiálu),
- b) rovněž jako vlhký materiál.

V této souvislosti je nutno připomenout, že případ ad b) má rovněž značný praktický význam pro intenzifikaci sušení tepelně citlivých materiálů pomocí kontaktního přenosu hmoty.

2.2 Teorie sdílení tepla a přenosu hmoty v tuhých disperzních materiálech

Současné sdílení tepla a přenos hmoty v tuhých disperzních materiálech s vázanou vlhkostí představuje složitý nevratný proces, pro jehož teoretický popis má značný a prvořadý význam rigorózní volba soustavy konjugovaných termodynamických toků a sil určujících kinetiku děje.

V prvních fázích studia sdílení tepla a vlhkosti ve vysušených materiálech byly separátně uvažovány dva samostatné procesy, a to tok tepla vlivem gradientu teploty a tok vlhkosti vlivem gradientu vlhkosti [7]. Ukázalo se však, že při této koncepci nelze vysvětlit některé experimentální výsledky získané při sušení vlhkých materiálů, a bylo proto nezbytné hledat možnosti zpřesnění této teorie. Ucelené rozpracování teorie podal zejména Lykov, který na základě rozboru mechanismu transportu vlhkosti v disperzních systémech s vázanou vlhkostí prokázal, že podobně jako dochází k termodifúzi v plynech, rovněž ve vlhkých materiálech dochází k transportu vlhkosti vlivem gradientu teploty [8].

Později pod vlivem základních principů termodynamiky nevratných dějů Lykov vypracoval ucelenou teorii sdílení tepla a vlhkosti v tuhých disperzních materiálech. Tato teorie respektovala též termodifúzi, nebyl však uvažován Dufourův efekt (tok tepla vyvolaný tokem hmoty), který představuje křížový děj spřažený se Sorretovým dějem — termodifúzí. V tehdejší době Lykovova teorie zásadním způsobem ovlivnila další rozvoj teorie sušení, a to zejména s ohledem na skutečnost, že Lykovem a jeho spolupracovníky byla rozpracována do praktické upotřebitelnosti pro teoretické rozboru sušicího děje. Analytické řešení Lykovem odvozených rovnic bylo podáno pro značný počet variant geometrické konfigurace těles a různé počáteční a krajové podmínky řešení [10]. Tato teorie rovněž umožnila rozpracování značného počtu experimentálních metod pro určování kinetických koeficientů transportních dějů [10].

Zobecněním základních koncepcí některých nejvýznamnějších současných prací z této oblasti, jako např. *Lykova* [10], *de Vriese* [11], následovníků *Krischera* [12], *Hansena a Breyera* [13] a dalších, jakož i vlastních prací autora [14], [15] lze určit hlavní směry současného rozvoje teorie sdílení tepla a přenosu hmoty ve vlhkých materiálech. Je to zejména:

1. Důslednou aplikací metod termodynamiky nevratných dějů byla odvozena soustava spřažených termodynamických toků a sil, určující současné sdílení tepla a vlhkosti v tuhých disperzních systémech skelet — vázaná vlhkost. Tak např. v práci [14] byla odvozena soustava lineárních fenomenologických zákonů, která určuje souvislost mezi vektory toku tepla j_Q , vlhkosti v jednotlivých fázích j_i a termodynamickými silami ∇T a ∇T_{μ_i} , které jsou příslušné těmto dějům, ve tvaru

$$j_Q = -L_{QQ} \nabla T - \sum_{i=1}^3 L_{Qi} \nabla T_{\mu_i} \quad (1)$$

$$\mathbf{j}_k = -L_{kQ}\nabla T - \sum_{i=1}^3 L_{ki}\nabla T\mu_i. \quad (2)$$

Veličiny L ve vztazích (1) a (2) jsou tzv. kinetické nebo fenologické koeficienty. Fyzikální význam vztahů (1) a (2) je patrný z obr. 2.

termodynamický tok j_i		dílčí děje		fenomenolog. koeficient dílčího děje	zobecněná termodynamická síla dílčího děje X_k
		obecný název	speciální název		
tok tepla $\bar{j}_0$ (index $i=1$)		hlavní (řídící) děj		L_{00}	$-\nabla_T T$
		křížové (podřízené) děje	Dufourův děj	L_{01}	$-\nabla_T \mu_1$
			Dufourův děj	L_{02}	$-\nabla_T \mu_2$
			Dufourův děj	L_{03}	$-\nabla_T \mu_3$
tok hmoty	kapalná fáze (index $i=1$)	hlavní (řídící) děj		L_{11}	$-\nabla_T \mu_1$
		křížové (podřízené) děje	Sorretův děj	L_{10}	$-\nabla T$
			Kodifúze	L_{12}	$-\nabla_T \mu_2$
	Kodifúze		L_{13}	$-\nabla_T \mu_3$	
	parní fáze (index $i=2$)	hlavní (řídící) děj		L_{22}	$-\nabla_T \mu_2$
		křížové (podřízené) děje	Sorretův děj	L_{20}	$-\nabla T$
			Kodifúze	L_{21}	$-\nabla_T \mu_1$
			Kodifúze	L_{23}	$-\nabla_T \mu_3$
	inertní plyn (index $i=3$)	hlavní (řídící) děj		L_{33}	$-\nabla_T \mu_3$
		křížové (podřízené) děje	Sorretův děj	L_{30}	$-\nabla T$
			Kodifúze	L_{31}	$-\nabla_T \mu_1$
			Kodifúze	L_{32}	$-\nabla_T \mu_2$

Současné sdílení energie (tepla) a vlhkosti v tuhých disperzních materiálech

$$\vec{j}_i = \sum_k L_{ik} \cdot \vec{X}_k$$

Obr. 2. Soustava termodynamických toků a sil ve vlhkých materiálech.

2. S použitím vztahů (1) a (2) byly specifikovány zákony o zachování hmoty a energie uvažované v diferenciálním tvaru; výsledné diferenciální rovnice

$$\varrho_0 \frac{\partial u}{\partial \tau} + \sum_{k=1}^3 \nabla \cdot [-L'_{kQ} \nabla T - \sum_{i=1}^3 L_{ki} \nabla T \mu_i] = 0, \quad (3)$$

$$\varrho_0 c_M \frac{\partial T}{\partial \tau} + \nabla \cdot [-L'_{QQ} \nabla T - \sum_{i=1}^3 L_{Qi} \nabla T \mu_i] + r \omega_{21} = 0, \quad (4)$$

pak určují nestacionární pole teploty a měrné vlhkosti ve vysušeném materiálu.

Význam odvozených diferenciálních rovnic spočívá v současné době více ve skutečnosti, že tyto rovnice určují matematický model současného sdílení tepla a hmoty v tuhých disperzních materiálech s vázanou vlhkostí, než v praktických aplikacích. Řešení těchto rovnic, podobně jako např. Navier-Stokesových rovnic, lze předpokládat pouze pro velmi omezenou třídu dějů, přesto však jejich principiální význam je nesporný. Nesnáze s jejich praktickou aplikací spočívají zejména:

a) V obtížnosti matematického řešení, a to jak analytickém tak numerickém — která je dána zejména nutností simultánně řešit dvě rovnice pro dvě závislé proměnné $u(\mathbf{r}, \tau)$ a $T(\mathbf{r}, \tau)$. Z dosud provedených rozborů vyplývá, že závislost che-

mického potenciálu vázané vlhkosti lze v obecném případě vyjádřit funkcí $\mu = \mu(u, T)$. Vzhledem k tomu, že $\mu(u, T)$ není obecně lineární funkce jak vzhledem k u tak vzhledem k T , je řešení rovnice (3) a (4) obecně obtížné.

b) V nedostatečném poznání křížových dějů (Sorretův a Dufourův jev a kodi-fusní jevy) pro podmínky sdílení vlhkosti v tuhých disperzních materiálech.

c) Ve skutečnosti, že až dosud je k dispozici jen málo informací o závislosti feno-menologických koeficientů pro jednotlivé dílčí děje na měrné vlhkosti a teplotě. Podobně i údaje o některých hygrotermických vlastnostech vlhkých materiálů (jako např. měrné teplo vlhkého materiálu) jsou k dispozici jen pro omezený počet vlhkých materiálů.

2.3 Sdílení tepla a přenos hmoty v mezní vrstvě na povrchu vysoušeného materiálu

Teoretický i experimentální výzkum sdílení tepla a přenosu hmoty v mezní vrstvě na povrchu vysoušeného materiálu byl až do nedávna většinou omezen na úsek stálé rychlosti sušení a na malé spády parciálního tlaku páry v difúzní mezní vrstvě (mírné vysoušecí řády). V tomto případě lze předpokládat, že povrch vysoušeného materiálu se z hlediska přenosu hmoty chová jako povrch volné vodní hladiny*) a že současně platí analogie mezi přenosem hmoty a přestupem tepla [9]. Pozornost při výzkumu byla soustředěna zejména na určení kvantitativních poměrů přenosu hmoty při různém geometrickém uspořádání vysoušeného materiálu a při různých hydrodynamických poměrech jako např.:

1. Obtékání materiálu ve formě desek, a to jak paralelním tak impaktním proudem plynu.

2. Obtékání materiálu složitých geometrických tvarů.

3. Disperzní systémy plyn — tuhé částice vysoušeného materiálu.

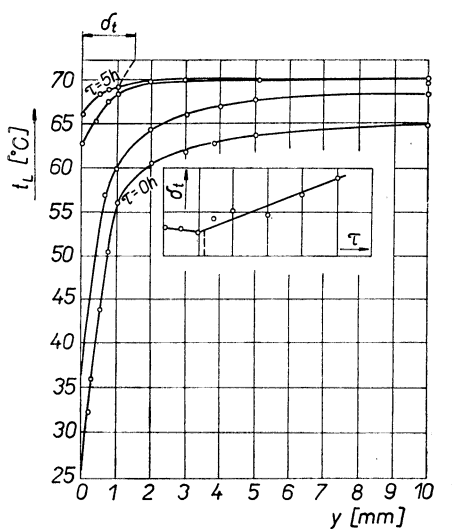
Poněvadž při zpracování výsledků experimentů byly pozorovány určité odchylky od přijatých předpokladů, byly prováděny teoretické rozbor, jejichž cílem bylo tyto odchylky vysvětlit. Nezbytnost dalšího teoretického a experimentálního výzkumu souvisí s nutností zahrnout do výpočtu sušícího procesu úsek klesající rychlosti sušení a je určena též přechodem na ostré vysoušecí řády (sušení při značných spádech parciálního tlaku par v mezní vrstvě). Bylo proto nutné zobecnit fyzikální modely pro teoretický i experimentální výzkum sdílení tepla a přenosu hmoty:

1. Byly navrženy fyzikální modely pro současný přestup tepla a přenos hmoty pro poměry při odpařování volné vodní hladiny. Rovnice hydrodynamické, teplotní a difúzní mezní vrstvy pro současné sdílení tepla a hmoty při vypařování z volné vodní hladiny byly doplněny o členy respektující vzájemný vliv přenosu hybnosti, tepla a hmoty. V této souvislosti lze citovat zejména práce *Bermana* [16], *Guchmana* [17], *Spaldinga* [18] a dalších [19]. Řešení podaná těmito pracovníky vycházela z poněkud odlišných představ o vzájemném vlivu jednotlivých transportních dějů, takže porovnání výsledků dosažených citovanými autory vykazovalo určitý rozptyl. Teprve v nedávné době byl proveden teoretický rozbor současného sdílení tepla a hmoty při vypařování z volné vodní hladiny metodami termodynamiky nevratných dějů [20], [21], což položilo teoretické základy pro rigorózní fyzikální rozbor těchto dějů.

*) Pro citované poměry při sušení vlhkých materiálů byl tento předpoklad též experimentálně potvrzen [9].

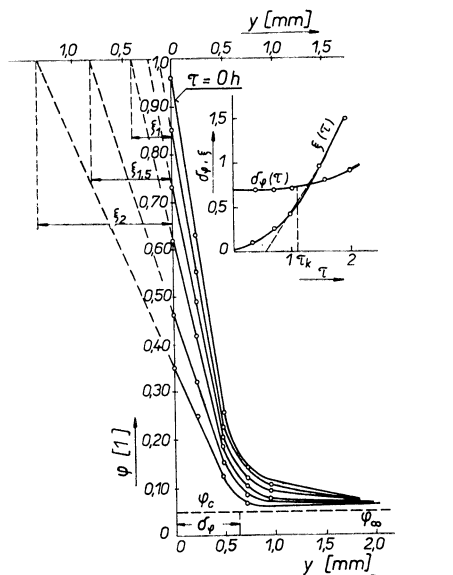
2. Do další skupiny lze řadit práce, v nichž byl studován vliv povrchových vrstev materiálu na procesy v mezní vrstvě při ostrých vysoušecích rádech, a to v úseku stálé rychlosti sušení. Lykov a někteří další pracovníci poukázali na skutečnost, že při ostrých vysoušecích rádech teplota povrchu materiálu v úseku stálé rychlosti sušení s časem vzrůstá na rozdíl od mírných vysoušecích ráďů, při nichž teplota povrchu materiálu je v úseku stálé rychlosti konstantní a je přibližně rovna teplotě mezního adiabatického ochlazení vlhkého vzduchu. Vysvětlení rozdílů mezi mírnými a ostrými vysoušecími ráďy zřejmě souvisí s poklesem hladiny odpařování kapalně fáze vlh-

a) Teplotní pole v mezní vrstvě



y [mm] - kolmá vzdálenost od geometrického povrchu materiálu
 δ_t [mm] - tloušťka teplotní mezní vrstvy
 δ_φ [mm] - tloušťka difúzní mezní vrstvy

b) Pole relativních vlhkostí vzduchu v mezní vrstvě



ξ [mm] - vzdálenost hladiny vypořování od geometrického povrchu materiálu
index ∞ odpovídá poměrům vně mezní vrstvy

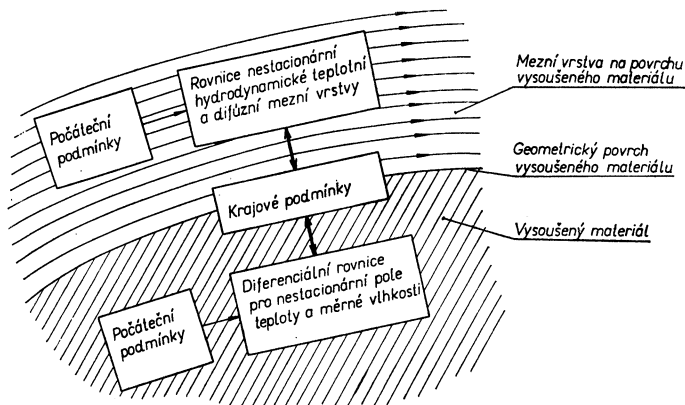
Obr. 3. Teplotní a difúzní mezní vrstva při sušení.

kosti s geometrického povrchu materiálu do jeho centrálních partií [10]. V tomto případě na transportní procesy v difúzní mezní vrstvě má vliv též transport vlhkosti v parní fázi v povrchové vrstvě materiálu. Zmíněný děj byl sledován jak teoreticky tak experimentálně. Některé zajímavé experimentálně zjištěné závěry jsou patrné z obr. 3.

Při teoretickém řešení bylo využito některých poznatků získaných při transpiračním chlazení obtékaných povrchů; významný příspěvek k řešení tohoto problému podal zejména Lykov se svými spolupracovníky [21]. Souhrnně lze konstatovat, že byla do značné míry poznána fyzikální podstata procesu, navržen jeho zjednodušený matematický model a podáno přibližné řešení. Získané výsledky mají značný

principiální význam; z hlediska praktických aplikací je však nezbytný další systematický experimentální výzkum.

3. Z hlediska časového dělení procesu sušení v četných případech zaujímá významné místo úsek klesající rychlosti sušení a proto význam poznání transportních dějů v mezní vrstvě v tomto úseku sušení stále vzrůstá. Je však nutno si uvědomit, že jak experimentální, tak teoretický výzkum transportních dějů probíhajících v mezní vrstvě v úseku klesající rychlosti sušení je značně složitý. Z teoretického hlediska zmíněnému komplexnímu procesu odpovídá matematický model, který je



Obr. 4. Matematický model transportních dějů v mezní vrstvě na povrchu vysoušeného materiálu.

určen systémem diferenciálních rovnic pro současné sdílení tepla a hmoty v tuhých disperzních materiálech a systémem diferenciálních rovnic pro transportní procesy v mezní vrstvě doplněné o příslušné podmínky jednoznačnosti řešení, jak je schematicky znázorněno na obr. 4. Simultánní řešení obou systémů rovnic by bylo principiálně možné provést metodami numerické integrace (i když z praktického hlediska je i toto řešení nesmírně obtížné), avšak význam získaných výsledků lze zatím očekávat více kvalitativní než kvantitativní. Analytické řešení pro idealizovaný jednorozměrný případ citovaného matematického modelu, které podali Kumar a Narang [22], přineslo zajímavé výsledky; jejich praktické uplatnění nelze bez dalšího rozpracování v současné době očekávat.

Z hlediska experimentálního výzkumu sdílení tepla a přenosu hmoty v mezní vrstvě pro podmínky úseku klesající rychlosti sušení se jako velmi naléhavé jeví zejména:

1. Další zpracování diagnostických metod pro určování polí teplot a koncentrací páry v mezní vrstvě a metod pro určování polí teplot a měrných vlhkostí v povrchové vrstvě vysoušeného materiálu.

2. Odvození kritériálních vztahů — v dostatečně jednoduchém vztahu — v nichž by byl zahrnut vliv transportních procesů v povrchové vrstvě materiálu na procesy v mezní vrstvě.

2.4 Technologie procesu sušení

Sušení vlhkých materiálů nelze považovat pouze za tepelně technický proces, je nutno též přihlídnout k významnému technologickému charakteru tohoto děje. Jako základní úkol technologie procesu sušení lze proto považovat studium souvislostí mezi hygrotermickými parametry sušicího procesu a změnou mechanických, fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických (popřípadě též chemických při dehydrataci) vlastností vysoušeného materiálu. Tak např. setbové obilí uměle vysoušené při vhodně voleném vysoušecím řádu umožňuje dosažení vyšší úrody než totéž obilí vysoušené přirozeně.

Lze tedy shrnout, že změny vlastností vysoušeného materiálu, k nimž v průběhu sušení dochází, jsou buď žádoucí nebo nežádoucí. Dosavadní experimentální i teoretické studie byly více zaměřeny na vypracování kritérií pro volbu vysoušecího řádu, který by umožnil zabránění vzniku nežádoucích změn než na rozpracování vysoušecích řádů umožňujících zlepšení vlastností vysoušeného produktu.

Patrně největší pozornost, a to jak při experimentálním tak teoretickém výzkumu, byla věnována vysoušecím řádům pro řezivo a keramické výrobky, při nichž je materiál vysoušen, aniž dochází k jeho deformaci (borcení, vznik trhlin atp.); je to dáno zejména velkým objemem vysoušeného materiálu a jeho relativně vysokou cenou (zejména u řeziva). V této souvislosti lze citovat práce *Kollmanna* [23], *Lykova* a spolupracovníků [10], [24–26], *Viktorina* [27], atp. Obecné teoretické závěry, jichž bylo dosaženo, lze principiálně použít i pro jiné materiály obdobných vlastností.

V ostatních případech — např. u sušení roztoků a zrnitých materiálů — je souvislost mezi vysoušecím řádem a technologickými změnami postižena většinou empirickými poznatky určujícími souvislost mezi základními parametry sušení a některými nejdůležitějšími vlastnostmi vysoušeného produktu.

3. PERSPEKTIVY DALŠÍHO ROZVOJE TEORIE SUŠENÍ

Z podaného přehledu a rozboru současného stavu teorie sušení lze shrnout následující závěry:

1. Bylo dosaženo určitého pokroku v obecném termodynamickém popisu a v poznání dílčích dějů, a byly položeny základy obecné teorie; všechny dílčí poznatky se však dosud nepodařilo zahrnout do jednotného rámce obecné teorie.
2. Pracovní metody užité při experimentálním výzkumu jsou v četných případech založené na jiných fyzikálních představách než pracovní metody teoretické, takže pak není možné přímé srovnání experimentálních a teoretických výsledků.
3. Současný stav umožňuje v omezeném rozsahu zavádět do teorie sušení analytické metody výpočtu; větší uplatnění se perspektivně jeví pro metody numerické při použití samočinných počítačů.

Uvážíme-li současný stav teorie sušení a v porovnání s ním dosaženou úroveň v těch vědních oborech, z nichž teorie sušení vychází, jsou zřetelně patrné reálné možnosti dalšího rozvoje; zejména lze očekávat další rozvoj v následujících směrech:

1. Další rozpracování a syntéza současných dílčích poznatků o obecných zákonitostech transportních dějů v tuhých disperzních systémech se změnou fáze disperzního podílu a experimentální i teoretický výzkum vazby vlhkosti s tuhým skeletem postupně umožní kvantitativní klasifikaci vlhkých materiálů přicházejících k sušení z hlediska energie jednotlivých vazebných typů vlhkosti se skeletem.

Poznání charakteru vazby vlhkosti ve hmotě a podmínek jejího pobytu uvnitř

vysoušeného materiálu usnadní též správnou orientaci snah o zintenzivnění sušení jednotlivých materiálů.

2. Postupné zpřesňování poznatků o transportních dějích ve vlhkých materiálech umožní i zpřesňování metod výpočtu nestacionárních polí teploty a měrné vlhkosti v materiálu při sušení a v souvislosti s tím i zpřesňování experimentálních metod pro určování těchto polí.

3. Rozvoj teoretických základů přispěje též k vypracování kritérií pro zobecňování experimentálních výsledků. Současné metody vycházející z podobnosti nestacionárních polí teploty a měrné vlhkosti v materiálu při sušení jsou značně komplikované, takže jejich praktická upotřebitelnost je velmi omezená. Lze očekávat, že zvýšená úroveň poznatků o transportních dějích ve vlhkých materiálech umožní zjednodušení těchto metod a tím i jejich zpřístupnění pro praktické použití [29].

4. V souvislosti s pokroky v oblasti teorie vazby vlhkosti a teorie transportních dějů ve vlhkých materiálech lze očekávat i racionálnější přístup k řešení úkolů technologie sušení. Zejména lze předpokládat výrazné rozšíření a zpřesnění kvantitativních metod umožňujících určování změn technologických vlastností vysoušeného materiálu v průběhu sušení a racionální volbu vysoušecích řádů.

SEZNAM LITERATURY

- [1] *Kvasnica, J.*: Termodynamika, SNTL Praha, 1965.
- [2] *Brdička, R. Kalousek, M., Schütz, A.*: Úvod do fyzikální chemie, SNTL Praha, 1963.
- [3] *Pouchlý, J., Vavruch, J.*: Fyzikální chemie koloidních soustav, SNTL Praha, 1960.
- [4] *Rebinder, P. A.*: O formách svyazi vlagi s materialami v processach suški, Sborník prací z konf. Vsesojuznoje naučno-techničeskoje soveščanije po suške, Profizdat, Moskva 1958.
- [5] *Valchář, J.*: Teorie termodynamického potenciálu heterogenních dispersních systémů tuhý skelet — vázaná vlhkost, zpráva SVŮSS 69-09013.
- [6] *Čermák, B., Valchář, J.*: Kinetické a energetické metody experimentálního stanovení charakteru vazby vlhkosti s materiálem, ref. na IV. celostátní sušáren. konferenci, Nové Mesto n. V., červen 1971.
- [7] *Krischer, O., Gorling, P.*: Versuche über Trocknung poriger Stoffe und ihre Deutung, Z. VDI, Beiheft Verfahrenstechnik, No 5, 140—148 (1938).
- [8] *Lykov, A. V.*: Teorija suški, Gosenergoizdat, Moskva 1950.
- [9] *Lykov, A. V.*: Teplo- i massoobmen v processach suški, Gosenergoizdat, Moskva 1956.
- [10] *Lykov, A. V.*: Teorija suški, Energija, Moskva 1968.
- [11] *de Vries, D. A.*: Een mathematisch-fysische behandeling van het transport van warmte en vocht in poreuze media, De Ingenieur 74; 45-52 (1962).
- [12] *Sommer, K.*: „Výzkum kapilárního pohybu při vlhčení“, referát na zasedání odborného výboru „Sušárenství“ při VDI, Würzburg 1969.
- [13] *Breyer, W. H., Hansen, D.*: Simultaneous Heat and Mass Transfer in Porous Media, Report of Dept. of Chem. Eng., Rensselaer Polytechnic Inst., N. Y. 1967.
- [14] *Valchář, J.*: Heat and Moisture Transfer in Capillary Porous Materials from the Point of View of the Thermodynamics of Irreversible Processes, Proceedings of the Third Int. Heat Transfer Conf., Chicago 1966, Vol. 3, Pg 409.
- [15] *Valchář, J.*: Ob analitičeskom opreděleniji zavisimosti chimičeskogo potenciala, Teplo- i massoperenos, Tom 6, část I, Naukova Dumka, Kiev 1968.
- [16] *Berman, L. D.*: Isparitělnoje ochlaždenije cirkulacionnoj vody, Gosenergoizdat, Moskva 1957.
- [17] *Guchman, A. A.*: Primenenije teorii podobija k issledovaniju teplo- i massoobmena v processe suški, Sborník prací z konference Vsesojuznoje naučno-techničeskoje soveščanije po suške, Profizdat, Moskva 1958.
- [18] *Spalding, D. B.*: Some Fundamentals of Combustion, ruský překlad, Gosenergoizdat 1959.
- [19] *Poluškin, A. A.*: O kriterijach podobija teplo- i masso-obmena v processach isparenija židkosti, IFŽ, sv. 2, č. 2, 129—144 (1959).
- [20] *Carry, J. W.*: Onsagers' Relation and the Non-isothermal Diffusion of Water Vapor, J. Phys. Chem., 67;: 126 (1963).

- [21] *Luikov, A. V.*: Application of Methods of Thermodynamics of Irreversible Process to Investigation of Heat and Mass Transfer in a Boundary Layer, *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol 3, 167—175 (1960).
- [22] *Kumar, I. J., Narang, H. N.*: Drying of a Moist Capillary-Porous Body in Moving Air, *Int. Heat Mass Transfer*, Vol 9, pg. 95—102 (1966).
- [23] *Kollmann, F.*: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, 2Aufg., Bd. I, 1951; Bd. II, 1955, Springer Verlag, Berlin.
- [24] *Berenstějn, P. I.*: Isledovanije processov suški syrca polusuchogo upresovanija (disertace) VNII stekla 1954.
- [25] *Dergorskij, P. S.*: Rasčet processov vysychanija i uvlažnenija drevesiny, Goslesbumizdat 1952.
- [26] *Ugolejev, B. N.*: Vnutrennije naprjaženija v drevesine pri jejo suške, Goslesbumizdat, Moskva 1959.
- [27] *Viktorin, Z.*: Výzkum sušících postupů pro měkké dřevo, zpráva SVÚSS 58-05003.
- [28] *Luikov, A. V.*: Heat and Mass Transfer with Transpiration Cooling, *Int. J. Heat Mass Transfer*, 6.: 559—570 (1963).
- [29] *Lykov, A. V.*: Prognoz razvitija nauki o suške kapilljarnoporistych koloidnych těl, *IFŽ*, sv. 18, 609—616 (1970).

СОВРЕМЕННЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕОРИИ СУШКИ

Доц. Инж. Й. Валхарж, канд. тех. наук

Новейшие достижения в области сушки выражены в разработке новых концепций сушки с интенсификацией тепло- и массообмена между высушиваемым материалом и сушащей средой.

В работе приводится обзор и критический анализ важнейших направлений современного развития теории сушки и вытекающее из него рациональное обоснование перспектив дальнейшего развития этой области науки.

DERZEITIGE ERKENNTNISSE DER TROCKNUNGSTHEORIE

Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Bemerkenswerte Fortschritte sind in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Trocknungstheorie mit der Ausarbeitung neuer Konzeptionen für Trockenanlagen mit intensiviertem Wärmeübergang und Stoffübertragung zwischen dem austrocknenden Material und dem Trocknungsmittel erzielt worden.

Die vorliegende Arbeit stellt eine synthetische und kritische Analyse der bedeutendsten Richtungen in der derzeitigen Entwicklung der Trocknungstheorie dar. Aus dieser geht auch die rationelle Begründung der Perspektiven für die weitere Entwicklung auf diesem Fachgebiete hervor.

CONTEMPORARY KNOWLEDGE OF DRYING THEORY

Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Progress reached within the last years in the sphere of drying appeared in elaboration of new conceptions of dryers with intensified heat and moisture transfer between the material to be dried and the drying medium.

The paper presents a synthetic and critical analysis of the most important trends of the contemporary evolution of the drying theory. From this emanates even the rational motivation of perspectives of further development of this sphere.

NOTIONS ACTUELLES DE LA THÉORIE DU SÉCHAGE

Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Les progrès atteints pendant les dernières années dans le domaine du séchage se sont manifestés par l'élaboration de nouvelles conceptions des séchoirs avec la transmission de chaleur et le transport de matière intensifié entre la matière à sécher et le milieu desséchant.

Le travail présente une analyse synthétique et critique des tendances actuelles de la théorie du séchage. Elle sert du point de départ à la motivation rationnelle des perspectives du développement ultérieur dans cette branche.

● Fungicid brání tvoření zárodků na výparnickových plochách

U některých osob vznikají alergická onemocnění, pokud se zdržují delší dobu v klimatizovaných prostorech. U zvláště citlivých osob dochází k tomuto jevu, i když se zdržují jen krátkou dobu v klimatizovaném automobilu nebo autobusu. Alergie se projevuje tím, že osoby slzí, obdobně jako při pobytu v chladném průvanu.

Americký lékař dr. Szappanoyš prohlásil, že příčinou alergie je mikrohouba, která se vytváří na vlhké ploše výměníků. Týž lékař vyvinul v r. 1969 preparát, který tyto organismy ničí.

V lednu 1970 se konalo společné sezení lékařů s inženýry pod patronací ASHRAE, na němž bylo doporučeno pokračovat ve vývoji tohoto fungicidu, aby mohl být vyráběn jako spray, kterým by si uživatel klimatizačního zařízení postříkal výparník. Před tím ovšem musí být vyjasněno, zda tento fungicid po delší době nebude vyvolávat sekundární účinky u člověka.

Podnikaví odborníci se pokoušejí tento problém již předem odstranit, a to účinnou filtrací vzduchu. Někteří výrobci elektrofiltrů vidí v obětech alergie nový okruh zákazníků.

CCI 6/70

(Ku)

● Otopná tělesa z nových hmot

Firma Rheinstahl AG, Hilden, NSR, vyvinula otopná tělesa z nové hmoty. Prototypy byly nyní zabudovány v jednom poschodí správné budovy, která je vybavena otopnou soustavou s teplotou vody 85 °C a provozním tlakem do 1,5 kp/cm², k provozním zkouškám. Koncem topného období budou známy první výsledky. Vedle toho další vyvinuté prototypy

byly dány k dispozici příslušným zkušebním ústavům na materiál v tuzemsku i v zahraničí.

Otopná tělesa z nových hmot budou vyráběna o třech různých hloubkách v odstupňovaných stavebních délkách a o výškách 300, 400, 500, 600, 800 a 1000 mm. Hmotnost tělesa je asi 2,5 kg pro výkon 1000 kcal/h. Tělesa nepotřebují nátěr, avšak na přání zákazníka mohou být nalakována. Tepelný výkon plošné jednotky je srovnatelný s výkonem standardních těles.

(Je)

● Kvalifikační příručka instalatéra

(B. Kareis, Ing. R. Rousek, Ing. B. Kareis)

Příručka je napsána podle předpisů pro instalatéry, kteří se připravují ke kvalifikačním zkouškám, ke studiu na odborných školách nebo k opakování látky. Autoři se snažili podat výklad všeho, co by instalatér měl vědět, a přidali mnoho rad potřebných v praxi.

Autoři souborně uvádějí seznam téměř všech užívaných materiálů a podkládají jej normami a výkresy. Podávají montážní popisy jednotlivých souborů a návod ke čtení i rýsování jak stavebních, tak i strojních výkresů. Seznamují s bezpečnostními předpisy, které jsou závažné zejména při práci s plynem.

Náplň knihy autoři rozčleňují na šest hlavních skupin: Potrubí a armatura, Vodovody a kanalizace, Plynovody, Ústřední vytápění, Základy kreslení a čtení výkresů zdravotně technických instalací a Pájení, svařování a tepelné zpracování. Tyto skupiny pak dělí na další skupiny a podskupiny.

V poslední části knihy jsou soustředěny přehledné tabulky k probíraným tématům a přehled literatury.

Knihu obsahuje řadu výkresů a pomocných nákresů, které čtenáři velice usnadní studium.

Vydala Práce, ve sbírce učební texty Práce, v roce 1971, 352 stran, 188 obrázků, 55 tabulek, cena vázaného výtisku 35 Kčs.

† *ING. DR. ZDENĚK LENHART*

*pracovník Útvaru generálního projektanta vysokých škol technických v Brně,
zemřel dne 3. 1. 1972 ve věku 53 let.*

Ing. Dr. Lenhart byl znám jako význačný pracovník v oborech techniky prostředí, který zejména mladším projektantům rád předával své bohaté praktické i teoretické zkušenosti. Zasloužil se v Brně o zřízení podnikového institutu pro obor ústředního vytápění, který vedl, a v němž též přednášel.

Byl dlouholetým funkcionářem Československé vědeckotechnické společnosti. V posledních letech pracoval jako předseda krajského komitétu pro techniku prostředí Jihomoravského kraje. Po řadu let pracoval též v redakční radě Zdravotní techniky a vzduchotechniky a v ústředí Českého komitétu pro techniku prostředí.

Jihomoravský kraj i celá naše technická veřejnost v něm ztrácí obětavého a zkušeného odborníka.

REDAKČNÍ RADA ZTV

● **Kvalifikační příručka potrubáře a kotláře**

(R. Krňák)

Další z příruček, sestavovaných podle kvalifikačních předpisů k přípravě ke kvalifikačním zkouškám. Je určena pro potrubáře a kotláře.

V publikaci jsou uvedeny popisy potrubí a kotlů, rozsáhlé stati technologické a návody na ruční práci, která nebude nikdy úplně vyloučena, zejména při kusové výrobě.

Obsah knihy je rozdělen do desíti částí, které postupně popisují jednotlivé technologické postupy tohoto oboru.

V první kapitole se autor věnuje funkci různých druhů potrubí a armatur, kotlům a tlakovým nádobám, ve druhé se zabývá materiálem a jeho tepelným zpracováním, ve třetí popisuje přípravu materiálu, manipulaci

s ním a základní způsoby jeho obrábění. V této kapitole je také zmínka o měřidlech a práci s nimi.

Ve čtvrté kapitole se autor zabývá tvářením plechu, v páté tvářením trubek, v šesté úpravou hran a v sedmé sestavováním kotlů a potrubí.

V osmé kapitole se čtenář seznámí s různými druhy spojů a v deváté najde několik nejdůležitějších pokynů k montáži. Autor končí svou knihu kapitolou o bezpečnosti práce na různých pracovištích a u různých druhů strojů.

Na konci příručky je bohatý seznam literatury, abecední rejstřík a seznam nejdůležitějších norem.

Příručka přímo navazuje na jednu z předešlých publikací Práce, na Základní kvalifikační učebnici-strojirenství.

Vydala Práce, ve sbírce Učební texty Práce, v roce 1970, 304 stran, 304 obrázků, 29 tabulek, cena vázaného výtisku 35 Kčs.



VLIV NĚKTERÝCH VEDLEJŠÍCH GEOMETRICKÝCH VELIČIN NA AERODYNAMICKÉ PARÁMETRY URČITÉHO TYPU AXIÁLNÍHO VENTILÁTORU

ING. Z. MORAVEC, CSc. — ING. M. KRATOCHVÍL, CSc. — M. POTUŽÁK

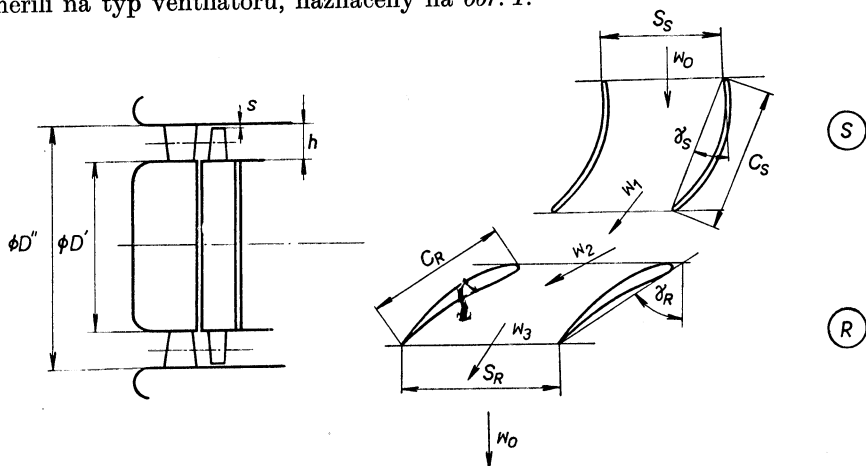
Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy

U axiálního přetlakového ventilátoru pro chlazení spalovacích motorů byly sledovány vlivy tloušťky, odtokové hrany lopatky, odchylek úhlu nastavení rotorových lopatek a radiální vůle lopatek na poměrné hodnoty tlakového součinitele a účinnosti. Při zvětšující se tloušťce odtokové hrany obě poměrné hodnoty mírně klesají. Podobně ve sledovaném oboru odchylek úhlu nastavení lopatek byly zjištěny jen malé změny poměrných hodnot (méně než 1 % pro odchylky $\pm 2^\circ$). U poměrné radiální vůle (vztažené k délce lopatky) do 1 % se uvedené hodnoty nemění, od 1 % rychle klesají.

Recenzoval: Doc. Ing. Dr. L. Oppl, CSc.

1. Úvod

Ve Státním výzkumném ústavě pro stavbu strojů jsme se zabývali návrhem axiálních přetlakových ventilátorů pro chlazení některých typů spalovacích motorů. Z důvodů koncepce motoru i požadavků technologických a provozních jsme se zaměřili na typ ventilátoru, naznačený na *obr. 1*.



Obr. 1.

Ventilátor má vstupní stator tvořený z plechových lopatek. Rotorové lopatky, které jsou umístěny za tento vstupní stator, jsou profilové, vytvořené ze základního profilu NACA 0,00.08—0,55.40 [1].

Základní veličiny příslušných lopatkových mříží a meridiální řez ventilátorem jsou na uvedeném obrázku 1. Vnitřní průměr ventilátoru byl $D' = 192$ mm, vnější průměr $D'' = 320$ mm. Střední průměr definovaný geometrickým průměrem obou krajních veličin byl 264 mm. Počet statorových lopatek byl 19, počet rotorových lopatek 14.

Na středním průměru je hloubka statorové lopatky $C_s = 52,0$ mm, základní úhel nastavení $\gamma_s = 20^\circ 10'$, poloměr zakřivení uvedeného plechového profilu 49,3 mm. Hloubka rotorového profilu $C_R = 51,6$ mm, základní úhel nastavení $\gamma_R = 59^\circ 10'$. Souřadnice profilů rotorových lopatek jsou v literatuře [2].

Provozní bod ventilátoru byl pro tuto základní alternativu $\varphi = 0,496$, $\psi = 0,488$, jak vyplynulo z měření [3]. Při těchto zkouškách byly otáčky $n_v = 4000$ 1/min.

Přitom průtokový součinitel φ byl dán poměrem střední axiální rychlosti w_a k obvodové rychlosti na vnějším průměru u'' a tlakový součinitel ψ poměrem přírůstku celkového tlaku Δp_c k dynamickému tlaku příslušnému obvodové rychlosti též na vnějším průměru. Při výpočtu přírůstku celkového tlaku se brala v úvahu jenom složka dynamického tlaku odpovídající střední axiální rychlosti.

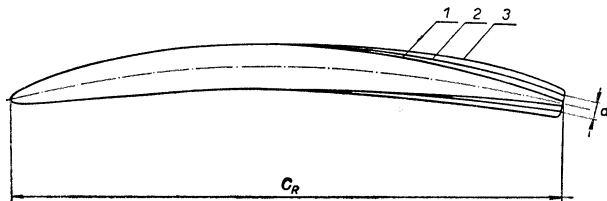
Účinnost ventilátoru byla dána poměrem aerodynamického výkonu úměrného hodnotě $\Delta p_c \cdot V$ k příkonu určeného elektrickým dynamometrem, v našem případě $\eta = 0,762$. Přitom V byl protékající objem vzduchu v m^3/s .

Uvedené číselné hodnoty jsou pro základní návrh a proto v dalším budou označovány indexem z. Teoretické výpočty olopatkování vycházely z dosti přísných předpokladů, co se týče některých geometrických parametrů olopatkování, jak je obvyklé u stupňů axiálních kompresorů.

Při chlazení motorů vzduchem nejsou však nutné krajní požadavky na vlastnosti ventilátorů a nabývají zde velký význam požadavky technologické, zvláště zhotovení lopatek rotorového kola, i požadavky provozní spolehlivosti, jako např. dostatečná vůle mezi obvodem rotorového kola a skříní. Abychom mohli posoudit významnost těchto vlivů na účinnost i tlakové číslo při konstantní škrticí křivce dané poměrem $\frac{\varphi_z^2}{\psi_z} = \text{konst.}$, provedli jsme některé teoretické a experimentální práce, týkající se vlivu zesílení odtokové hrany rotorových lopatek, vlivu odchylek úhlu nastavení těchto lopatek vzhledem k základní hodnotě a vlivu radiální vůle mezi rotorovými lopatkami a skříní. Podrobné výsledky referující o těchto pracích jsou ve zprávách Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů, zvláště v [2], [3], [4]. V dalším chceme stručně informovat jen o některých konečných výsledcích.

2. Vliv tloušťky odtokové hrany

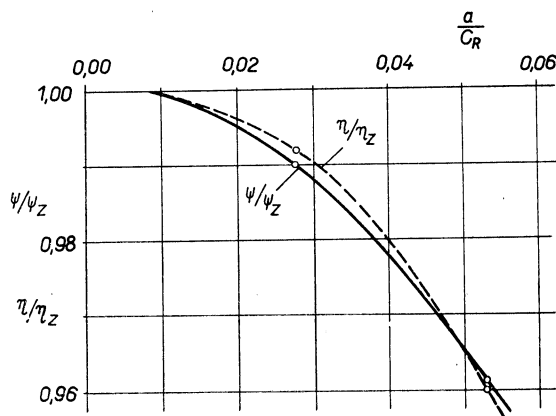
Na obr. 2 je naznačen profil rotorové lopatky, a to ve třech úpravách, které se liší tloušťkou odtokové hrany a . Základní profil je označen jako případ 1 a má pro řez na



Obr. 2.

středním poloměru poměr $\frac{a}{C_R} = 0,008$. Zesílení odtokové hrany pro případ 2 a 3 bylo prováděno nalepováním tenkých fólií a vyhlazením tvaru tmelem. Tvary lopatek byly kontrolovány na optickém kontrolním aparátu SIP. Povrchy lopatek byly u všech tří případů jemně broušeny a lakovány, aby nebyly odchylky v povrchové drsnosti. Zesilování odtokových partií lopatek bylo prováděno tak, aby střednice u všech případů byla stejná. Zesílení tedy bylo provedeno na obou stranách profilu.

Případ 2 se zesílenou odtokovou hranou byl pro hodnotu $\frac{a}{C_R} = 0,027$ a případ 3 pro 0,053. Na obr. 2 jsou tyto tři alternativy naznačeny tak, aby poměrné hodnoty tloušťky odtokové hrany a hloubky profilu byly zachovány. Je vidět, že zvláště v případě 3 je velmi silná odtoková hrana.



Obr. 3.

Na diagramu obr. 3 jsou výsledky měření. Na poměrné tloušťce a/C_R jsou sledovány závislosti poměrných změn tlakového součinitele $\frac{\psi}{\psi_z}$ a účinnosti $\frac{\eta}{\eta_z}$. Je vidět, že se zvětšující se odtokovou hranou tyto poměrné hodnoty klesají prakticky stejně. Tento pokles však ve sledovaném oboru zesílení odtokových hran není příliš veliký.

Tak pro případ 2, který jistě vyhoví z hlediska průměrné úrovně technologie lití, je pokles obou veličin $\frac{\psi}{\psi_z}$ i $\frac{\eta}{\eta_z}$ prakticky 1 %.

3. Vliv odchylek úhlu nastavení rotorových lopatek

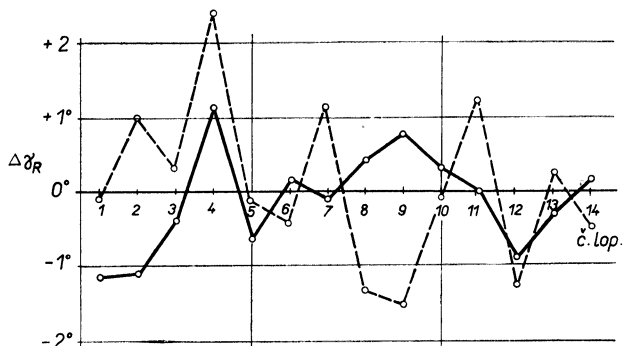
Jako další vliv byla sledována významnost dodržení přesného úhlu nastavení rotorových lopatek γ_R . Konstrukce ventilátoru měla experimentální charakter a lopatky byly připevněny k náboji otočně na čepech. Bylo proto možno velice přesně nastavit každou lopatku na zvolený úhel nastavení.

Při vytvoření modelu pro odlévání mohou nastat v zásadě dva případy nepřesnosti v nastavení úhlu lopatek.

V prvním případě jsou odchylky úhlu nastavení lopatek vzhledem k výkresovým stejné, v druhém případě jsou odchylky náhodného charakteru a střední hodnota

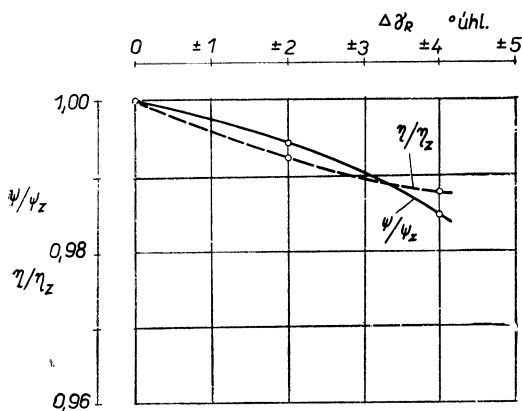
úhlu nastavení je dodržena. V naší další informaci se budeme zabývat jenom tímto druhým typem odchylek. Příklad změny úhlu v nastavení, tj. první typ odchylek je řešen v řadě literatury např. [2], [4].

Protože nám jde o odchylky náhodného charakteru, byly použity statistické metody výběru při nastavování úhlu odchylek jednotlivých lopatek. Práce se zamě-



Obr. 4.

řily na toleranční pásmo odchylek 2 a 4° . Příslušná toleranční pásma byla rozdělena na úseky po $5'$. Podle Gaussovy křivky určíme četnost výskytu jednotlivých úchylek při podmínce, že celkový součet všech případů je $10\,000$. Tato podmínka byla po-



Obr. 5.

ložena z tohoto důvodu, aby bylo možno použít tabulek náhodných čísel uvedených v matematické statistice [5] pro obor $1 - 10\,000$ se středem $5\,000$. Podle zjištěné četnosti jednotlivých úchylek byly stanoveny rozsahy náhodných čísel pro příslušné případy.

Odchylky u 14 oběžných lopatek byly stanoveny takto: z uvedených tabulek náhodných čísel bylo zcela libovolně vybráno číslo a 13 čísel po něm následujících. Tato čísla byla zařazena do dříve stanovených oborů čísel pro jednotlivé odchylky, které tímto byly definovány. Úhly byly nastave-

ny podle výsledků výše popsaného postupu, přičemž bylo předpokládáno, že rozdělení odchylek uvnitř uvažovaného tolerančního pásma je normální. Podrobnější úvahy i číselné údaje jsou v [4]. Uvedený postup je dosti blízký skutečnosti v případě, že odchylky nastavení mají náhodný charakter.

Na obr. 4 jsou údaje odchylek úhlu nastavení $\Delta\gamma_R$ pro všech 14 lopatek, jak byly při experimentálním vyšetření nastaveny. Body odpovídající příslušným lopatkám jsou pro názornost spojeny čarami. Toleranční pásmo $\Delta\gamma_R \pm 2^\circ$, kterému přísluší

silná plná čára, je zakresleno spolu s tolerančním pásmem $\Delta\gamma_R \pm 4^\circ$ — slabší čárkovaná čára.

Na obr. 5 jsou výsledky měření. Veličiny poměrných hodnot $\frac{\psi}{\psi_z}$ a $\frac{\eta}{\eta_z}$ jsou uvedeny v závislosti na velikosti tolerančního pásma $\pm\Delta\gamma_R$.

Je vidět, že v sledovaném oboru se průběhy změn aerodynamických veličin mnoho nemění, jak bylo konstatováno u vlivu tloušťky odtokové hrany. Pro toleranční pásmo $\pm 2^\circ$ je pokles aerodynamických veličin menší než 1 %.

4. Vliv radiální vůle

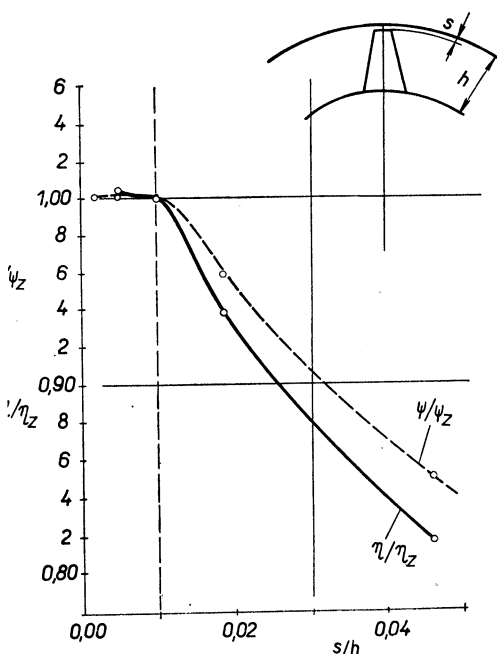
Další práce byla věnována vyjasnění vlivu radiální vůle na stejné poměrné aerodynamické veličiny jako v předchozím.

Na obr. 6 je radiální vůle značena s a délka lopatky h . Vliv poměrné radiální vůle $\frac{s}{h}$ na $\frac{\psi}{\psi_z}$ a $\frac{\eta}{\eta_z}$ byl vyšetřován jen experimentálně. Velká pozornost byla

věnována přesné kruhovitosti vnější skříně i souosému umístění rotoru. Vnější průměr rotoru byl zmenšován velmi jemným soustružením povrchu při lopatkách zalitých do vosku. Při krajní pečlivosti výroby i montáže bylo možno docílit velmi malých poměrných

vůlí $\frac{s}{h}$. Jak je vidět z obr. 6, klesají obě poměrné aerodynamické veličiny ψ_z se vzrůstající poměrnou vůlí asi od 1 %. Při poměrných vůlích menších než 1 % jsou veličiny prakticky konstantní.

Vysvětlení těchto dvou zásadně odchylných oblastí by bylo velmi obtížné, neboť jde o jevy v okrajích lopatek, kde se vytvářejí složité vírové oblasti při přetékání tekutiny z jedné strany na druhou stranu lopatek. Je však vidět, že pro náš případ je zcela zbytečné snižovat radiální vůli z aerodynamického hlediska pod 1 % délky lopatky. Zvětšení vůle nad 1 % má však následek ve významném poklesu aerodynamických veličin. Z obr. 6 je vidět, že při poměrné radiální vůli 3 % je pokles aerodynamických veličin kolem 10 %.



Obr. 6.

5. Závěr

V tomto článku jsme chtěli jen velmi informativně upozornit na některé veličiny, které se obvykle při návrhu lopatkových stupňů neuvažují a mají z hlediska výroby mnohdy značnou důležitost.

Jsou podány experimentální výsledky, které kvalitativně dovolí tyto významnosti hodnotit. Je třeba však upozornit, že výsledky byly získány na ventilátoru určitého typu a že nelze číselně hodnoty bez dalších rozborů přenášet na ventilátory odchylných parametrů aerodynamických i konstrukčních. Mimo jiné záleží velmi silně na provozních bodech příslušných lopatkových mříží v základním uspořádání. Účelem této práce je tedy v zásadě upozornit konstruktéry a návrháře ventilátorů na nutnost posuzovat i vedlejší geometrické veličiny, které mnohdy jsou pro realizaci velmi důležité.

SEZNAM LITERATURY

- [1] *Hořejší, M.*: Katalog lopatkových profilů. SVÚSS R-608 1953.
- [2] *Moravec, Z.*: Návrh řady chladicích ventilátorů I. část. SVÚSS 58-04014.
- [3] *Kratochvíl, M.*: Vliv zesílení odtokové hrany lopatek oběžného kola axiálního ventilátoru. SVÚSS 60-04009.
- [4] *Potužák, M.*: Vliv úhylek úhlu nastavení lopatek axiálního ventilátoru na jeho aerodynamické parametry. SVÚSS 60-04018.
- [5] *Janko, J.*: Tabulky k matematické statistice. Ústav statistiky a pojistné matematiky, Praha.

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВТОРОСТЕПЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЕННОГО ТИПА АКСИАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

Инж. З. Моравец, канд. тех. наук-инж. М. Кратохвил, канд. тех. наук-М. Потужак

У аксиального вентилятора с избыточным давлением для охлаждения двигателей внутреннего сгорания исследовалось влияние толщины, лопатки ее сточной грани, отклонений угла настройки лопаток ротора и радиального зазора лопаток на относительные значения коэффициента давления и коэффициента полезного действия.

При увеличении толщины сточной грани оба относительных значения незначительно уменьшаются. Подобно тому в исследуемой области отклонений угла настройки лопаток были установлены только малые изменения относительных значений (меньше чем 1 % для отклонений $\pm 2^\circ$). У относительного радиального зазора (относящегося к длине лопатки) до 1 % приведенные значения не меняются, выше 1 % быстро уменьшаются.

EINFLUSS MANCHER GEOMETRISCHEN NEBENGRÖSSEN AUF DIE AERODYNAMISCHEN PARAMETER EINES BESTIMMTEN AXIALLÜFTERTYPS

Ing. Z. Moravec, CSc. — Ing. M. Kratochvíl, CSc. — M. Potužák

Beim Axial-Überdrucklüfter zur Kühlung von Verbrennungskraftmaschinen wurden die Einflüsse der Dicke, der Austrittskanten der Schaufel, der Abweichungen des Anstellwinkels der Rotorschaukeln und des Radialspiels der Schaufeln auf die Relativwerte des Druckkoeffizienten und des Wirkungsgrades untersucht. Mit zunehmender Dicke der Austrittskante nahmen beide Relativwerte mässig ab. Ähnlich wurden auf dem untersuchten Gebiete der Abweichungen des Anstellwinkels der Schaufeln nur kleine Änderungen der Relativwerte (weniger als 1 % für die Abweichungen $\pm 2^\circ$) festgestellt. Beim relativen Radialspiel (bezogen auf die Länge der Schaufel) bis 1 % ändern sich die angeführten Werte nicht, ab 1 % sinken sie schnell.

INFLUENCE OF SOME SECONDARY GEOMETRICAL QUANTITIES ON THE AERODYNAMICAL PARAMETERS OF A CERTAIN AXIAL FAN TYPE

Ing. Z. Moravec, CSc. — Ing. M. Kratochvíl, CSc. — M. Potužák

At the axial overpressured fan for combustion motor engine cooling the influences of thickness, of trailing edge, of angle errors of rotor vane setting and vane radial clearance on the relative values of compressive coefficient and efficiency were followed. With the increasing thickness of the trailing edge both relative values decrease very slowly. Similarly in the watched line of angle errors of vane setting only small changes of relative values (less than 1 % for errors $\pm 2^\circ$). At the relative radial clearance (related to the length of the vane) up to 1 %, the mentioned values do not change, from 1 % they decrease very quickly.

INFLUENCE DE CERTAINES GRANDEURS SECONDAIRES GÉOMÉTRIQUES AUX PARAMÈTRES AÉRODYNAMIQUES DU TYPE PRÉCIS DU VENTILATEUR À HÉLICE

Ing. Z. Moravec, CSc. — Ing. M. Kratochvíl, CSc. — M. Potužák

On a suivi les influences de l'épaisseur, du bord de fuite de l'ailette, des déviations de l'angle de positionnement des ailettes de rotor et du jeu radial des ailettes aux valeurs relatives du coefficient de compression et du degré de l'efficacité au ventilateur à hélice de surpression pour le refroidissement des moteurs à combustion interne]. A l'épaisseur augmentant du bord de fuite de l'ailette les deux valeurs relatives diminuent doucement. Pareillement dans le domaine surveillé des déviations de l'angle de positionnement des ailettes on a pu constater seulement de petits changements des valeurs relatives (moins de 1 % pour les déviations $\pm 2^\circ$). Au jeu relatif radial des ailettes (se rapportant à la longueur de l'ailette) jusqu'à 1 % les valeurs mentionnées ne changent pas, à partir de 1 % elles baissent très vite.

● Hospodaření energiemi

(Prof. Dr. Ing. Rudolf Riedel)

Kniha je určena posluchačům vysokých a odborných škol technických jako učebnice nebo doplňková studijní pomůcka, energetikům v průmyslu a pracovníkům výzkumných ústavů, kteří se zabývají řešením energetických problémů.

Obsah knihy je rozdělen do tří kapitol. První probírá zdroje a dopravu nositelů energie. Autor se v ní nejdříve v krátkosti zmíní o historii využívání energií a o předpokládaném vývoji. Pak probírá primární zdroje energie, limitující faktory a vyhodnocování spotřeby energie. Popisuje všechny hlavní druhy dopravy paliv tuhých, kapalných i plyných a zabývá se i dopravou elektrické a jaderné energie. Na problémy spotřeby energie u nás i v zahraničí navazují otázky zásoby a těžby primárních zdrojů energie, jejichž světový přehled uvádí autor na konci této stati. Celou kapitolu uzavírá zmínka o druhotných zdrojích energie, hlavně o energii odpadní.

Druhá kapitola knihy je věnována energiím v Československu. Především autor popisuje energetickou základnu Československa, zmíní se i o krytí energetické potřeby a životnosti našich energetických zdrojů, dále řeší problémy dodávky energií a průmyslového zpracování nosičů energie. Z tohoto hlediska opět probírá jednotlivé druhy paliv a energie a zmíní se i o nekonvenčních způsobech jejich získávání. V další části kapitoly se čtenář dočte o volbě optimální formy energie z různých hledisek a o významu energií v průmyslu, v železniční dopravě, v zemědělství a v přímé spotřebě obyvatelstva.

Poslední kapitola knihy pojednává o pohybu nositelů energie v Evropě. V první části probírá autor hlavní charakteristiky jejího pohybu a v druhé části budoucnost mezinárodní dopravy energie.

V knize najde čtenář i 37 příkladů na probíraná témata, podrobný přehled literatury a abecední rejstřík.

Vydalo SNTL v roce 1971, 252 stran, 55 obrázků, 83 tabulek, 3 přílohy, cena vázaného výtisku 22 Kčs.

● **Připomínáme, že v minulých letech vydala Práce, vydavatelství a nakladatelství ROH v Praze:**

Teplo našim domovům (E. Karaus)

Publikace popisuje zařízení, funkce a správnou obsluhu nejrozličnějších domácích topenišť na tuhá paliva, od kamen a sporáků, až po kotle ústředního a etážového vytápění u nás i v zahraničí.

Průručka se také zmiňuje o tom, jak správně postupovat při výběru vhodného kotle pro rodinné domky nebo byty.

Vydala Práce v polytechnické knižnici v roce 1969, 148 stran, 94 obrázků, cena brožovaného výtisku 18 Kčs.

Topíme kapalnými palivy (E. Karaus)

Publikace shrnuje naše i zahraniční zkušenosti s vytápěním tekutými palivy. Popisuje jednotlivé druhy tepelných spotřebičů, včetně příslušného pomocného zařízení, obsluhy a provozu. Autor dokazuje ekonomické i praktické výhody vytápění kapalnými palivy, kterými se ve všech průmyslově vyspělých státech postupně nahrazují paliva tuhá.

Vydala Práce v roce 1967, 128 stran, 32 obrázků, 18 tabulek, 1 příloha, cena brožovaného výtisku 8 Kčs.

Abeceda obsluhy ústředních vytápění kapalnými, plynnými i tuhými palivy (Ing. R. Straka)

Publikace je určena nejširšímu okruhu pracovníků, kteří se zabývají vytápěním a obsluhou otopných zařízení. Kniha je velice přehledně upravena jako encyklopedie, jejímž závěrem je rozsáhlá tabulka poruch provozu ústředního otopného zařízení, jejich příčin a odstranění, dále přehled literatury a abecední rejstřík.

Vydala Práce v roce 1969, 264 stran, 208 obrázků, cena vázaného výtisku 26 Kčs.

● **Nová nemocnice v Hamburku**

V květnu 1971 byla dána do provozu nová nemocnice v Hamburku. Nemocnice má 1700 lůžek a všechny objekty jsou klimatizovány s použitím nejnovějších systémů.

V lůžkové části je vysokotlaká klimatizace s indukčními jednotkami typu Radiair. Vzduch se udržuje na teplotě 22 °C v zimě a 24 °C v létě při relativní vlhkosti 50 %. Zkažený vzduch se odsává před chodbu a WC do výfuku. Okna jsou opatřena reflexivním sklem a nemají žádné další stínění. Klimatizační stroje jsou umístěny v suterénu a na střeše. Chladicí absorpční zařízení je v samostatném objektu. V operačních sálech se

vzduch přivádí anemostaty ve stropě a odsává mřížkami u podlahy. Automatická regulace je elektronická. (Je)

● **Využití odpadního tepla v hutnictví železa**

(Doc. Ing. M. Rédr, CSc.; prof. Ing. M. Gottwald, CSc.)

Kniha je určena energetikům, provozním inženýrům, technikům a posluchačům vysokých a středních škol hutnických a strojírenských. Při dosavadním nedostatku odborné literatury, zabývající se využitím tepelné energie v hutnickém průmyslu, je kniha velkým přínosem pracovníkům ve všech druzích našeho hutnického průmyslu.

Obsah knihy je rozdělen do osmi kapitol. V první se autoři krátce zmiňují o celkové spotřebě energie v hutnictví železa, ve druhé popisují využití a hodnocení paliva v hutnických pecích jak z hlediska jeho ceny, tak z hlediska ostatních ekonomických aspektů. O druhotných energetických zdrojích se autoři stručně zmiňují ve třetí kapitole.

Ve čtvrté kapitole se probírá využití citelného tepla odcházejících spalin. V první části popisují autoři výměníky tepla pro předehřívání spalovacího vzduchu a plynu — rekuperátory a regenerátory. Ve druhé části čtvrté kapitoly se autoři zmiňují o použití, zvláštěnostech a základních konstrukcích spalnových kotlů, ve třetí o použití topných plynů a spalin z hutnických pecí jako média pro karburaci benzínem, ve čtvrté o využití citelného tepla a tlaku pro práci plynové turbíny a v páté se zabývají vlastnostmi a využitím chemického a citelného tepla plynů z kyslíkových konvertorů.

Pátá kapitola podrobně probírá využití citelného tepla chladicí vody. Vedle způsobů vodního, horkovodního a expanzního chlazení, popisují autoři i chlazení látkami o vyšším bodu varu a odpařovací chlazení, které se nejlépe osvědčilo v praktickém provozu.

Poslední tři kapitoly podrobně probírají využití citelného tepla kovu, strusky a žhavého koksu.

Výklad doplňují číselné příklady ke každému probíranému tématu, tabulky, názorné obrázky a diagramy. Vedle mezinárodních jednotek soustavy SI užívají autoři vždy ještě vedlejší jednotky, které jsou v hutích dosud běžné. V zadní části knihy najde čtenář bohatý přehled literatury a dvě přílohy.

Vydalo SNTL v roce 1971, 280 stran, 174 obrázků, 49 tabulek, 2 přílohy, cena vázaného výtisku 43 Kčs.



UŽITÍ INTERFEROMETRICKÝCH METOD K VYŠETŘOVÁNÍ KONVEKČNÍHO PŘESTUPU TEPLA U OTOPNÝCH TĚLES

Ing. Jiří Bica, CSc.

Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Běchovice u Prahy

Článek pojednává o výzkumu volné konvekce na laserovém interferometru typu Mach-Zehnder se zorným polem o průměru 200 mm. Jsou uvedeny příklady použití interferometrie při výzkumu volné konvekce na jednoduchých modelech otopných těles, včetně kvantitativního i kvalitativního vyhodnocení interferogramů.

Recenzoval: Ing. V. Bašus

1. ÚVOD

Tepelné parametry otopných těles, zejména jejich výkonové charakteristiky, jsou výsledkem celé řady faktorů, jejichž dílčí podíly na výsledném efektu nelze stanovit při globálním experimentálním studiu jejich vlastností. Jedním z rozhodujících procesů, podstatně ovlivňujících komplex parametrů otopných těles, je konvekční sdílení tepla na jejich povrchu, které je mimo jiné ovlivněno jak jejich tvarem, tak i jejich umístěním ve vytápěném prostoru. K objasnění mechanismu tohoto relativně složitého děje je žádoucí získat co nejuplnější obraz o teplotním poli v prostředí obklopujícím těleso. Je zřejmé, že k tomuto cíli je neúnosně pracné provádět a vyhodnocovat systematickou teplotní sondáž klasickým způsobem. Zvláště vhodné k danému účelu jsou optické měřicí metody, k výzkumu při relativně malých teplotních gradientech pak speciálně interferometrické metody, které jsou sice většinou vázány na poměrně nákladné aparatury, avšak oproti jiným metodám mají tři základní přednosti:

1. Na rozdíl od metod, založených na měření teplot, dynamických tlaků či tepelných toků lokálními čidly, optické metody zprostředkují obvykle názorný obraz teplotního pole v celé vyšetřované oblasti současně.

2. Zkoumaná oblast není narušena žádným vestavěným čidlem (termočlánkem, tlakovou či kalorimetrickou sondou apod.), které by mohlo způsobit lokální změny proudových nebo tepelných poměrů.

3. Světelný svazek paprsků lze považovat za zcela prostý setrvačností, což umožňuje postihnout i velmi rychlé nestacionarity.

Interferometrické metody měření teplotního pole v transparentním médiu mají dále tyto podstatné specifické vlastnosti:

- a) Interferometrickými metodami se ve skutečnosti měří relativní časové nebo místní změny optické dráhy $s = \int_{z=0}^l n \, dz$ dz světelných paprsků při průchodu zkoumanou oblastí ($l \dots$ délka zkoumané oblasti, $n \dots$ index lomu). Při neproměnné geometrické dráze paprsků je tedy interferenční obraz funkcí indexu lomu n , který

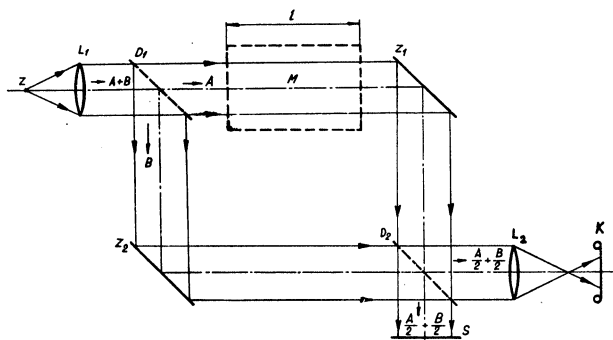
je funkcí nejen teploty, ale složení a ostatních určujících veličin termodynamického stavu média (u vzduchu tlaku, popřípadě vlhkosti).

b) Interferometrické metody mají integrální charakter, při němž se sčítá velikost měřené veličiny (například teploty) po délce průchodu světelného paprsku měřenou oblastí. Z tohoto hlediska jsou optické metody nejvhodnější ke studiu dvojrozměrného pole, při němž nedochází k změně indexu lomu podél svazku paprsků, s výjimkou jejich vstupu do vyšetřované oblasti a výstupu z ní. Rovněž může být studováno osově symetrické pole.

c) Lokální rozdíly indexu lomu ve zkoumané oblasti ve směru kolmém ke dráze světelného svazku způsobují ohyb paprsků, nežádoucí z hlediska interferometrického měření. Tento efekt roste přibližně se čtvercem gradientu indexu lomu (tj. u teplotních polí se čtvercem teplotního gradientu) a obvykle znemožňuje přesné interferometrické měření v tenkých mezních vrstvách, zejména při nucené konvekci v turbulentním režimu.

2. INTERFEROMETR TYPU MACH-ZEHNDER

Jedním z typů interferometrů, nejčastěji používaných ke studiu přestupu tepla konvekci, je systém Mach-Zehnderův. Jeho zjednodušené schéma je znázorněno na obr. 1.

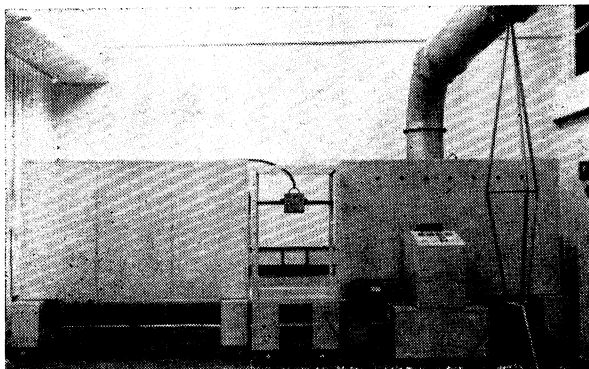


Obr. 1. Schéma Mach-Zehnderova interferometru.

Monochromatický zdroj světla Z spolu s čočkou L_1 vytváří paralelní svazek paprsků. Polopropustná vrstva D_1 propouští polovinu A dopadajícího světla přes zkoumanou oblast M a zrcadlo Z_1 , druhá polovina světla B se odrazí od D_1 a Z_2 . Po rekombinaci na polopropustné vrstvě D_2 oba svazky mezi sebou interferují, přičemž polovina propuštěného a odraženého světla pokračuje přes objektiv L_2 do snímacího přístroje. Zbývající část svazku může být použita k paralelnímu pozorování na stínítku S .

Jednou z hlavních předností Mach-Zehnderova systému je skutečnost, že zkušební svazek paprsků A prochází měřenou oblastí M pouze jednou, takže zaostřením soustavy L_2 a K lze získat ostrý obraz obrysu modelů v měřicí oblasti a optická dráha může být vzhledem k nim přesně definována. Dále je výhodná velká odlehlost referenčního svazku B od zkušebního prostoru M , takže může být snadno zajištěn průchod referenčního svazku stejnorodým prostředím.

Dostatečná koherence obvyklých světelných zdrojů musí být vytvořena uměle, pomocí filtru, kondenzoru a velmi malé clony, a to za cenu značné ztráty světelné energie. Proto se v posledních letech v interferometrii značně rozšířilo použití laserů, například HeNe laseru s vlnovou délkou $6328 \cdot 10^{-10}$ m, které tuto nevýhodu nemají. Naopak v důsledku vysoké koherence laserem generovaného záření nastává interference i při značných rozdílech optických drah, větších než 0,1 m, což je výhodné z hlediska snadného seřízení interferometru, zejména při průchodu měřicího



Obr. 2. Mach-Zehnderův interferometr.

svazku průzory či médii se značně odlišnou hustotou (například při měření v kapalně fázi). Nepříznivou vlastností tohoto efektu je interference mezi původním svazkem a jeho částečnými odrazy na povrchu čoček a polopropustných desek a ohyb světla na okrajích a kzech optických elementů, čímž vzniká parazitní modulace intenzity rekombinovaného svazku, která se projevuje na interferogramech jako tzv. podkladová interference.

Fotografie Mach-Zehnderova interferometru s HeNe laserem a se zorným polem $\varnothing 200$ mm je na obr. 2.

3. INTERFEROGRAMY TEPLOTNÍCH POLÍ A JEJICH VYHODNOCENÍ

Základní nastavení interferometru na tzv. nekonečnou šířku interferenčního proužku představuje stav, kdy při homogenním médiu v měřicí oblasti rozdíl optických drah svazků *A* a *B* (viz obr. 1) je v celém jejich průřezu stejný, popřípadě nulový. Výsledkem je rovnoměrně jasný rekombinovaný svazek za polopropustnou deskou *D*₂. Narušením homogenního média dvojrozměrným teplotním polem, orientovaným tak, že teploty podél dráhy paprsků měřenou oblastí jsou konstantní, vznikne v rekombinovaném svazku systém proužků, z nichž každý je obrazem geometrického místa bodů o stejné teplotě. Interferenční obraz tohoto druhu, vytvořený soustavou izoterm, je především názorným zviditelněním teplotního pole v celé zkoumané oblasti, včetně případných mezních vrstev, jehož vytvoření jiným způsobem by bylo velmi obtížné a pracné. Další předností tohoto způsobu zobrazení je jeho snadné kvantitativní vyhodnocení, tj. přiřazení teplot k jednotlivým izotermám.

Teplotu v určitém místě teplotního pole T_J lze určit, za předpokladu znalosti teploty T_R v libovolném referenčním místě, ze vztahu

$$T_J = \frac{T_R}{1 + \Delta N \frac{\lambda_0}{l(n_R - 1)}} [^\circ\text{K}], \quad (1)$$

který platí pro vzduch při konstantním tlaku. Ve vztahu (1) značí:

$\Delta N = N_J - N_R$ počet interferenčních proužků od místa R k bodu J ,

$$n_R = f(T_R) \dots \text{index lomu v referenčním bodě } R,$$
 $\lambda_0 = 6,328 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ — vlnová délka, $l[\text{m}] = \text{délka zkoumané oblasti.}$

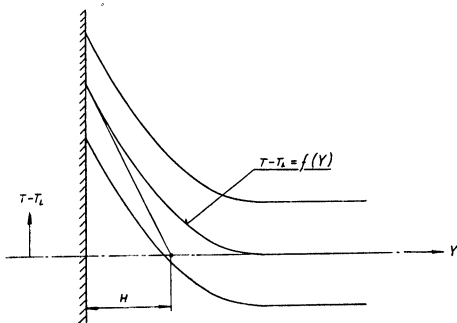
V případě, že teplotní pole v mezní vrstvě je soustavou interferenčních proužků dostatečně podrobně definováno, pak z rozdílu teplot ΔT mezi dvěma proužky těsně u stěny, z jejich vzdálenosti ΔY a z měřítka zobrazení μ_L lze přibližně stanovit místní hodnotu součinitele přestupu tepla dle vztahu

$$\alpha \doteq -\frac{\lambda\mu_{\mathrm{L}}}{T_{\mathrm{ST}}-T_{\mathrm{L}}}\frac{\Delta T}{\Delta Y} [\mathrm{W}/\mathrm{m}^2 \text{ deg}], \quad (2)$$

kde $T_{\text{ST}} - T_{\text{L}}$ [°K] je rozdíl teplot mezi stěnou a okolím, λ [W/m deg] součinitel tepelné vodivosti prostředí.

I když názornost a jednoduchost vyhodnocení interferogramů při totožnosti proužků s izotermami je nesporná, v některých případech je výhodné na toto interferenční pole superponovat systém rovnoběžných proužků o konstantní rozteči, což lze uskutečnit například natočením zrcadla Z_2 (obr. 1). Tento způsob zobrazení teplotního pole umožňuje přesně stanovit teplotu v daném místě pomocí teploty měřené v referenční oblasti a spolehlivě vyšetřovat i malé lokální teplotní gradienty

díky většímu počtu interferenčních proužků v sledované oblasti. Za předpokladu konstantní teploty stěny, neproměnného součinitele přestupu tepla a poměru $\Delta T/\Delta N \doteq \text{konst.}$ průběh interferenčních proužků znázorňuje v určitém měřítku přímo průběh teploty v mezní vrstvě (obr. 3). Součinitel přestupu tepla na stěně je pak



Obr. 3. Schéma interferogramu se systémem proužků v referenční oblasti.

$$\alpha \doteq \mu_L \frac{\lambda}{H} [\text{W/m}^2 \text{ deg}], \quad (3)$$

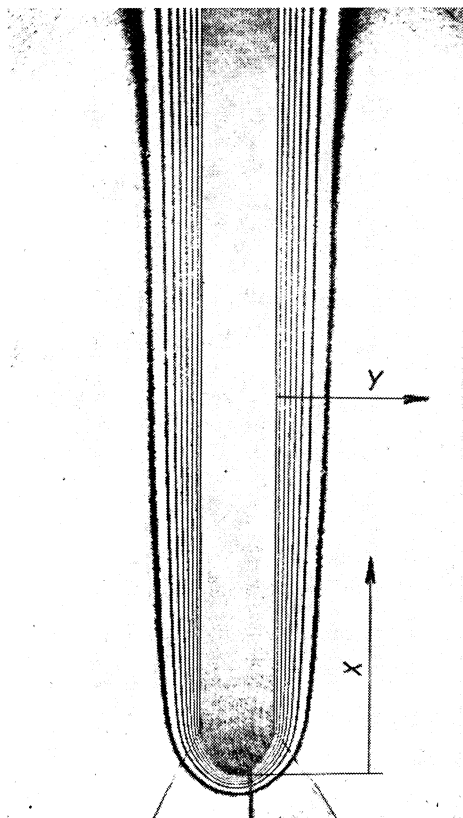
kde H je subtangenta podle obr. 3.

4. PŘÍKLADY POUŽITÍ INTERFEROMETRIE PŘI STUDIU VOLNÉ KONVEKCE TEPLA

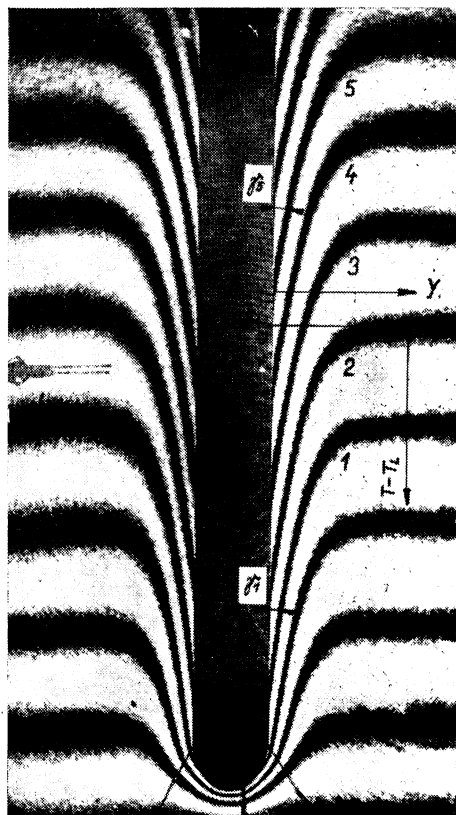
Možnosti využití interferometrických metod k výzkumu tepelného režimu otopných těles ilustrují některé další ukázky interferogramů volné konvekce na základních elementech těchto zařízení, tj. na svislé rovině desce a na vodorovném válci.

4.1 Svislá deska

Příklad interferogramu okolí topené svislé desky na obr. 4 představuje teplotní pole v mezní vrstvě při nastavení interferometru na nekonečnou šířku proužku. To znamená, že interferenční proužky na obr. 4 jsou izotermny.



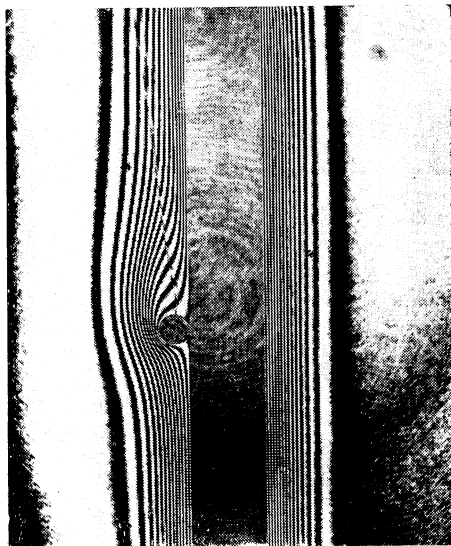
Obr. 4. Svislá deska.



Obr. 5. Svislá deska — proužkový obraz.

Z hladkého průběhu izoterm je zřetelné, že volná konvekce probíhá v laminárním režimu. Mezní vrstva má nejmenší tloušťku na zaoblené spodní hraně desky a s rostoucí vertikální vzdáleností X od nejnižšího místa desky se postupně rozšiřuje. Podle teoretických výpočtů tloušťka mezní vrstvy δ je přímo úměrná $X^{0,25}$. Na základě přesného vyhodnocení interferogramů byla prokázána shoda s touto závislostí, s výjimkou zaoblené části desky, kde mezní vrstva je relativně tlustší. Jelikož tvar teplotního profilu v mezní vrstvě na rovinné ploše desky zůstává stále stejný, mění se s tloušťkou vrstvy lineárně též rozteč izoterm ΔY . Teplotní gradient u stěny $\frac{dT}{dY} \doteq \frac{\Delta T}{\Delta Y}$ je tedy nepřímo úměrný $X^{0,25}$ a jak plyne z rovnice (2), stejným způsobem ubývá i lokální hodnota součinitele přestupu tepla α . Na zaobleném spod-

ním okraji desky je vývoj mezní vrstvy obdobný jako na vodorovném válci, o němž bude zmínka později. Průběh mezní vrstvy potvrzuje výhodu nízkých otopných panelů, pokud konvekce probíhá v laminárním režimu.

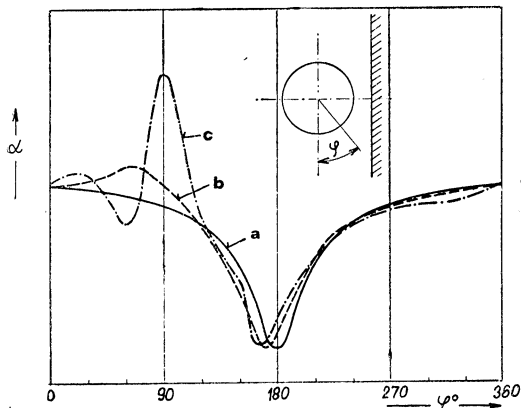


Obr. 6. Deska s narušenou mezní vrstvou.

proužků — izoterm — je zřejmé, že narušení mezní vrstvy má v tomto případě jen lokální charakter, bez podstatného vlivu na celkovou intenzitu konvekce tepla.

4.2 Vodorovná trubka ve volném prostoru

Příklad tepelných poměrů při obtékání topené trubky v laminárním režimu



Obr. 7. Průběh přestupu tepla po obvodu válce.

Jiný typ interferogramu teplotního pole u svislé desky je uveden na obr. 5. Jelikož jde o zobrazení se systémem proužků, superponovaným na základní interferenční pole, jednotlivé interferenční proužky nejsou již totožné s izotermami. Zobrazují však přibližně průběh teploty u stěny $T - T_L = f(Y)$, jak je naznačeno u proužku 2 na obr. 5. Tento průběh má přibližně parabolický tvar, což souhlasí s výsledky teoretického řešení. Teplotní gradient u stěny $\frac{dT}{dY}$ a jemu úměrný lokální součinitel přestupu tepla α (rovnice 2) jsou nepřímo úměrné tangentě úhlu γ mezi stěnou a interferenčním proužkem. Ze srovnání tohoto úhlu u jednotlivých interferenčních proužků, např. γ_1, γ_5 , je zřejmé, jak součinitel α ubývá se vzdáleností od spodního okraje desky.

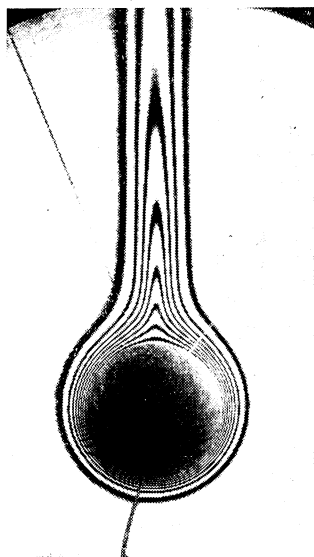
Příklad ovlivnění mezní vrstvy na desce elementem menším než tloušťka mezní vrstvy je uveden na obr. 6. Z průběhu

volné konvekce je na obr. 8. Rozložení přestupu tepla po obvodu trubky, odvozené z tohoto interferogramu, je graficky znázorněno na obr. 7. Maximální hodnota součinitele přestupu tepla je na nejnižším místě trubky, odkud se mezní vrstva šíří souměrně na obě strany, přičemž v rozsahu $\varphi = 0 \div \pm 90^\circ$ její tloušťka poměrně pomalu roste a součinitel α se zmenšuje (viz obr. 7, průběh a). Ze vztahových složek tečnou k povrchu trubky působí odplavování teplých vrstev, zbývající složka, kolmá k povrchu trubky, udržuje mezní

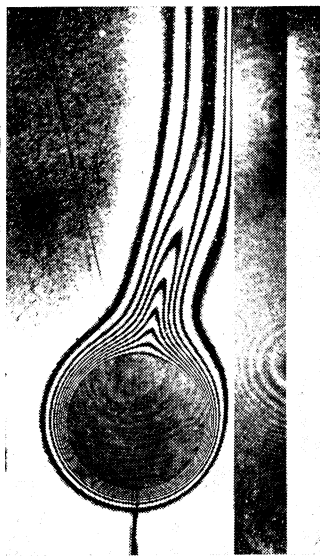
vrstvu přimknutou k její stěně. V rozsahu $90^\circ < \varphi < 270^\circ$ stěna trubky již nebrání vertikálnímu působení vztlačových sil na mezní vrstvu. Jelikož v této oblasti nedochází k odtržení mezní vrstvy od povrchu trubky, které by nastalo při vyšší hodnotě Grasshoffova kritéria, tloušťka mezní vrstvy se dále zvětšuje, a to podstatně rychleji, než v úseku $\varphi = 0 \div \pm 90^\circ$. Současně čím dál tím prudčeji klesá i součinitel přestupu tepla, až dosahuje své minimální hodnoty v stagnačním bodě na nejvyšším místě radiálního řezu trubky ($\varphi = 180^\circ$). Nad trubkou pak pokračuje vzestupný proud teplého vzduchu, který postupně předává teplo okolnímu prostředí.

4.3 Vodorovná trubka u svislé stěny

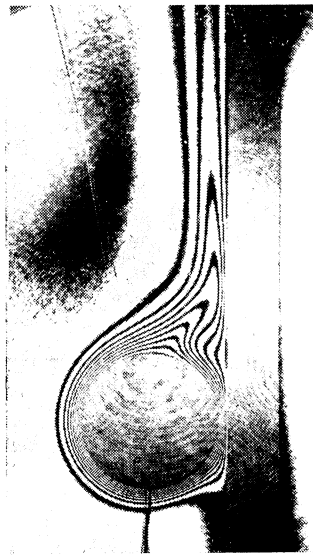
Kromě teplotního režimu v okolí osamělé topené trubky jsou z hlediska praktické aplikace zajímavé případy, kdy trubka je v blízkosti svislé stěny. Příklady interferogramů teplotního pole při této konfiguraci jsou na obr. 9 a 10.



Obr. 8. Vodorovná trubka ve volném prostoru.



Obr. 9. Vodorovná trubka u svislé stěny.



Obr. 10. Vodorovná trubka u svislé stěny.

Pokud svislá stěna je tak daleko od trubky, že je mimo dosah mezní vrstvy na trubce, teplotní pole je prakticky shodné s případem uvedeným na obr. 8. Stačí však, aby deska jen málo zasahovala do původního rozsahu mezní vrstvy na trubce a tvar teplotního pole se změní (obr. 9). Zatím co na straně trubky, odvrácené od desky, je vývoj mezní vrstvy podobný jako na obr. 8, na straně u svislé stěny dochází k určitému brzdění vzestupného proudění. Jeho důsledkem je:

1. Posunutí stagnačního bodu z původní polohy $\varphi = 0$ po obvodu trubky směrem k desce, vzniklé tím, že po části povrchu trubky odvrácené od desky proudí více teplého vzduchu, než mezi trubkou a deskou.

2. V další oblasti mezi trubkou a stěnou okolo $\varphi = 80^\circ$ mezní vrstva je ovlivněna blízkostí studené stěny, takže teplotní gradient u válcové stěny a v důsledku toho i místní hodnota součinitele α v této oblasti je relativně větší (viz průběh b na obr. 7).

3. V důsledku relativně menších rychlostí na straně u rovinné stěny než na opačné straně trubky, další průběh vývoje mezní vrstvy není souměrný podle svislé roviny proložené osou válce, jak tomu bylo v případě zobrazeném na obr. 8, avšak přibližně kolem roviny odchýlené směrem k desce o úhel 10° .

4. Vzestupný proud teplého vzduchu nad trubkou se ze stejného důvodu ještě více přiklání k svislé stěně. V určitém místě, kde vedením tepla ze vzestupného proudu dochází k prohrátí vzduchu až k desce, začíná pak konvektivní přestup tepla mezi proudem teplého vzduchu a svislou stěnou (na obr. 9 v místě, kde se izotermy přimykají ke stěně).

Daleko výrazněji se vliv adiabatické svislé stěny projevuje v případě znázorněném na obr. 10, kdy stěna zasahuje přibližně do 75 % původní tloušťky mezní vrstvy. Kromě všech důsledků, uvedených v bodech a) až d) při rozboru volné konvekce podle obr. 9, je v daném případě patrný ještě další vliv brzdění vzestupného proudění teplého vzduchu mezi trubkou a stěnou. V oblasti okolo $\varphi = 55^\circ$ dochází vlivem zúžení průřezu mezi válcem a stěnou k hromadění teplého vzduchu, což má za následek snížení součinitele přestupu tepla v těchto místech, jak je patrné z průběhu c) na obr. 7. V místě nejužšího průřezu mezi válcem a stěnou dochází pak k intenzivnímu přenosu tepla do desky. Ze srovnání s obr. 9 dále plyne, že přiblížení stěny k válci působí ještě větší odklon horního stagnačního bodu a rovněž vzestupného proudu vzduchu nad válcem směrem k desce.

5. ZÁVĚR

Z uvedených příkladů interferogramů a jejich rozboru je zřejmé, že interferometrie umožňuje sledování tepelných poměrů v okolí otopných těles, čímž přispívá k objasnění charakteru a podstaty konvekčního sdílení tepla z jejich povrchu do okolního prostředí, jakož i ke kvalitativnímu hodnocení vlivu uspořádání těles, případně jejich umístění, na lokální podmínky přestupu tepla na straně vzduchu. Kromě toho dovoluje bezkontaktním způsobem určit rozložení konvekčního přestupu tepla na povrchu otopných těles, z něhož lze odvodit například praktický efekt sledovaných změn konfigurace.

Ukázky interferogramů volné konvekce na trubce v blízkosti svislé stěny poukazují na možnost příznivého ovlivnění podmínek přestupu tepla na otopných tělesech tohoto typu volbou vhodné vzdálenosti od stěny. V současné době se připravuje interferometrický výzkum dalších problémů sdílení tepla u otopných těles, jehož výsledky budou podkladem k intenzifikaci konvekčního sdílení tepla a k volbě optimálních konfigurací jejich teplosměnné plochy.

LITERATURA

- [1] *Bica*: Interferometrické metody výzkumu volné konvekce na laserovém interferometru typu Mach-Zehnder (Výzkumná zpráva SVÚSS, 1971, č. 71—05014).
- [2] *Goldstein*: Optical measurement of temperature (1968, HTL Tr. 86, University of Minnesota).
- [3] *Rottenkolber*: Laser-Interferometer (1969, Laser, č. 1).

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНВЕКЦИОННОЙ ТЕПЛОТДАЧИ У НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ТЕЛ

Инж. Й. Бица, канд. тех. наук

В статье говорится об исследовании свободной конвекции на лазерном интерферометре типа „Mach-Zehnder“ с диаметром поля зрения 200 мм. Приведены примеры применения интерферометрии при исследовании свободной конвекции на простых моделях нагревательных тел и количественные и качественные оценки интерференционных картин.

ANWENDUNG DER INTERFEROMETRISCHEN METHODEN ZUR UNTERSUCHUNG DES WÄRMEÜBERGANGES BEI HEIZKÖRPERN DUCH KONVEKTION

Ing. Jiří Bica, CSc.

Der Artikel behandelt die Forschung der freien Konvektion am Laser-Interferometer des Typs Mach-Zehnder mit einem Gesichtsfeld von 200 mm Durchmesser. Es werden Beispiele für die Anwendung der Interferometrie bei der Forschung der freien Konvektion an einfachen Modellen der Heizkörper einschliesslich der kvantitativen — und kvalitativen Auswertung der Interferogramme angeführt.

APPLICATION OF INTERFEROMETRICAL METHODS TO THE INVESTIGATION OF CONVECTION OF HEAT IN HEATING ELEMENTS.

Ing. Jiří Bica, CSc.

The paper deals with the research of natural convection on the lasered interferometer of the type Mach-Zehnder with a field of view 200 mm in diameter. Mentioned are examples of application of interferometry for the research of free convection on simple models of heat elements including quantitative and qualitative evaluation of interferograms.

APPLICATION DES MÉTHODES INTERFÉRENTIELLES À L'INVESTIGATION DE LA TRANSMISSION DE CHALEUR PAR CONVECTION DANS LES CORPS DE CHAUFFE.

Ing. Jiří Bica, CSc.

L'article présenté traite la recherche de la convection libre à laser-interféromètre du type Mach-Zehnder avec un champ visuel de 200 mm en diamètre. On mentionne les exemples de l'application de l'interférométrie pour les recherches de la convection libre à des modèles simples des corps de chauffe y compris le déchiffrement qualitatif et quantitatif des interférogrammes.



PROBLÉMY MĚŘENÍ HLUKU STROJŮ

Ing. Oldřich Kramář, SVÚSS Běchovice u Prahy

1. Úvod

Stroje pro usnadnění práce, a to nejen práce fyzické, nás obklopují takřka na každém kroku, ale jejich činnost je velmi často doprovázena negativními jevy. Jedním z nich je hluk, který působí více či méně rušivě nebo škodlivě. Proto podle jeho velikosti někdy usuzujeme na kvalitu strojů a stupeň nepřiměřeného působení na člověka. Jeho velikost určujeme na základě měření hluku vyzářeného zařízením. Abychom mohli vzájemně porovnávat z hlediska hlučnosti různé výrobky, nebo výpočtem či srovnáním předpovídat hlukovou situaci při provozním využití stroje, jsou přesně stanoveny metody měření hluku a jednotky, kterými se hlučnost vyjadřuje.

Hladiny akustického tlaku, resp. akustického výkonu, se udávají pro co nejširší rozsah frekvencí nebo pro část kmitočtového rozsahu vymezenou pásmovou propustí zvukoměru. Použije-li se pro měření hluku zvukoměr s váhovými filtry *A*, *B*, *C* určuje se tzv. hladina zvuku L_A , L_B , L_C . Přednostně se určují hladiny zvuku L_A .

Hlučnost výrobků je velmi dobrým ukazatelem kvality a v současné době je tendence doplňovat technické údaje výrobku o údaje charakterizující jeho hlučnost.

Údaje o hlučnosti mají význam i při mezinárodním obchodu stroji a výrobky. Aby byla zachována jednotnost v určování hlučnosti, jsou vydána mezinárodní doporučení a v souladu s nimi jsou vydávány národní normy.

2. Metody měření hluku a cesty jejich širšího využití

Metody měření hluku jsou popsány v normě ČSN 01 1603 — Metody měření hluku. V uvedených normách jsou stanoveny podmínky, které musí splňovat zvukové pole, měřicí prostor, měřený zdroj hluku a způsoby vyhodnocení výsledků měření. Pro měření se používá některá z následujících metod:

- a) měření v poli přímých vln,
- b) měření v poli odražených vln,
- c) měření s referenčním zdrojem zvuku,
- d) měření ve vzdálenosti 1 m.

Požadavky výše uvedených metod bývají splněny často jen v omezeném kmitočtovém rozsahu nebo s omezenou přesností. To zejména závisí na tom, zda se hluk stroje měří v provozních podmínkách nebo v podmínkách zvlášť pro akustická měření upravených. Cesta ke zpřesnění a širšímu použití metodik spočívá

v poslední době jednak v přesnějším hodnocení chyb a omezujících faktorů okolí a jednak ve snaze, aby např. dozvukové komory pro měření akustického výkonu strojů mohly se využít jak pro měření všech typů spekter, tak i v přiměřeném kmitočtovém rozsahu.

Přesnost měřících metod je různá a závisí na okolnostech měření. Posuzuje se podle přesnosti použitých měřících přístrojů a charakteru zvukového pole v místě měření. Přesnost není číselně definována, v některých pramenech se určuje na základě statistických početních metod.

Metoda měření v poli přímých vln je vhodná pro měření všech druhů zdrojů hluku (se spojitým spektrem, s diskrétními složkami, všesměrově vyzařujícími i s výraznými směrovými účinky), vyžaduje však nákladnou speciální akustickou komoru, jejíž rozměry musí být podstatně větší než rozměry zkoušeného zařízení, nebo velké zkušební prostory.

Metoda měření v poli odražených vln je vhodná pro měření zdrojů hluku širokopásmových s mírnými směrovými účinky. Pro měření se vyžaduje dozvuková komora a jako dozvuková komora může vyhovět i běžná prázdná místnost o objemu nad 70 m³.

Jak je z uvedeného patrné, jsou měření v dozvukových komorách podstatně levnější, neboť nevyžadují zvláštní nákladné úpravy. Na druhé straně je zde nepříjemné omezení charakteru zdrojů hluku, které lze touto metodou měřit s dostatečnou přesností, neboť většina strojů má ve spektru hluku obsaženy diskrétní složky.

Proto se zkoumají možnosti měření všech druhů zdrojů zvuku v dozvukové komoře metodou měření v poli odražených vln. Těmito problémy se zabývá také ISO a v návrhu ISO/TC 43/SC1/WG 6 je navržena metoda, jak měřit a hodnotit diskrétní složky v dozvukových komorách, což přináší nové možnosti měření.

Vyhovuje-li komora pro měření diskrétních složek, můžeme v ní měřit dvěma způsoby:

1. Metodou měření v poli odražených vln popsanou v ČSN 01 1603 s tím rozdílem, že se na základě hodnoty standardní odchylky stanoví počet poloh zdroje a měřicích míst.
2. Využitím pohyblivých mikrofonů.

První způsob je založen na statistickém způsobu zpracování výsledků měření zdroje hluku v dozvukové komoře metodou měření v poli odražených vln. Standardní odchylku, která závisí na vlastnostech zvukového pole, určíme z měření v šesti místech, vzdálených od sebe nejméně o $\lambda/2$, kde λ je vlnová délka zvuku s nejnižší frekvencí v měřeném pásmu.

Podle hodnoty standardní odchylky se stanoví počet měřicích míst a počet poloh zdroje v dozvukové komoře, tj. minimální počet měření nutný pro získání dostatečně přesných výsledků měření hluku.

Druhý způsob je založen na matematickém zpracování měřených hodnot v průběhu měření. Měřené hodnoty, tj. hladiny akustického tlaku se pomocí speciálního zařízení v čase a prostoru integrují (průměrují). Časoprostorová integrace je realizována pohyblivým mikrofonom a rychlostí posuvu písátka na hladinovém zapisovači. Z měření, která byla provedena vyplývá, že rychlost pohybu mikrofону a délka dráhy pohybu ovlivňují výsledky měření a proto je nutné se touto otázkou hlouběji zabývat.

Pro měření hluku strojů se doporučuje, aby dozvukové komory měly s ohledem na frekvenční rozsah měření minimálně objem $V = 70 \text{ m}^3$ a optimálně $V = 200 \text{ m}^3$, aby se neprojevil vliv útlumu zvuku ve vzduchu.

Pro zvýšení přesnosti výsledků měření zdrojů s diskretními složkami ve spektru hluku se doporučuje dozvukové komory vybavit dostatečně velkými pohyblivými plochami. Vlivem pohybu těchto ploch se jakoby mění geometrické rozměry prostoru, tudíž i rozložení vlastních kmitů a zlepšuje se homogenita akustického pole.

Pro běžná méně přesná měření, kdy se přednostně vyžaduje hladina zvuku L_A v dB (A), nelze běžné dozvukové komory využít k přímému měření L_A . Hladinu zvuku A je nutno vypočítat z měření v jednotlivých frekvenčních pásmech podle čl. 4 normy ČSN 01 1603. Tento způsob je pracný a proto byla na podnět ISO ověřena „Přibližná metoda pro stanovení akustického výkonu malých zdrojů hluku v dozvukové komoře“, která zároveň řeší otázku stanovení hladiny zvuku A v dB (A) přímo měřením v dozvukové komoře.

Metoda je založena na úpravě akustických vlastností komory. Vhodnými zvuk pohlcujícími obklady lze vytvořit dozvukovou komoru s vyrovnanou dobou dozvuku. V takto upravené komoře lze při nastavení korekce na zvukoměrné aparatuře charakterizující vlastnosti komory (je konstantní v rozsahu měřených frekvencí), přímo zjišťovat hladiny zvuku A v dB (A), která se považuje za rozhodující pro základní informace o zdroji hluku.

Metoda měření s referenčním zdrojem hluku je vhodná pro měření v provozních podmínkách, kde nelze stanovit charakter zvukového pole, případně akustické vlastnosti prostoru.

Při měření se používají referenční zdroje zvuku, které podle principu dělíme na mechanické, aerodynamické a elektroakustické.

Mechanické zdroje nebývají nejvhodnější, neboť vlivem opotřebení součástí může dojít ke frekvenčním změnám, po případě i ke změnám velikosti vyzářeného akustického výkonu.

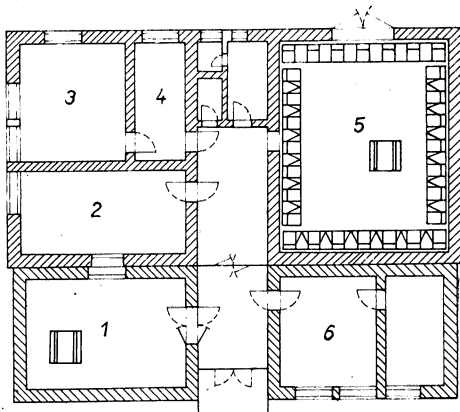
Vhodnější zdroje hluku jsou aerodynamické, tj. ventilátory. Vhodnou konstrukcí lze do-

sáhnout zdroje hluku s poměrně stálým spojitým spektrem.

Patrně nejvhodnější jsou elektroakustické zdroje. Jsou to v podstatě kulové útvary (např. koule pro všesměrové vyzářování, polokoule pro vyzářování do poloprostoru), vytvořené z kvalitních elektrodynamických reproduktorů. Tyto zdroje jsou dostatečně všesměrové, vyzářený akustický výkon a spektrum jsou závislé na napájecím signálu, což lze s výhodou využít při měření.

3. Akustické laboratoře SVÜSS pro měření hluku

Pro měření hluku strojů a některá další akustická měření byly vybudovány při SVÜSS v Běchovicích akustické laboratoře. Laboratoře jsou umístěny v samostatné budově, její prostorové rozdělení je patrné z obr. 1.



Obr. 1. Situace akustických laboratořích (1, 2 — dozvukové komory, 3 — laboratoř chvění, 4 — místnost pro měření akustických vlastností poréznych materiálů, 5 — bezodrazová komora, 6 — pozorovatelná).

S ohledem na hluk v okolí a využití prostorů, tj. pro potřeby technické akustiky, nemá budova jako celek speciální konstrukci (tzv. plovoucí komory).

V budově jsou pro měření hluku strojů a technických akustických prostředků 2 dozvukové komory a 1 komora bezodrazová a tzv. pozorovatelná, tj. místnost ve které jsou umístěny měřicí přístroje a z níž se sleduje, případně ovládá měření v uvedených komorách.

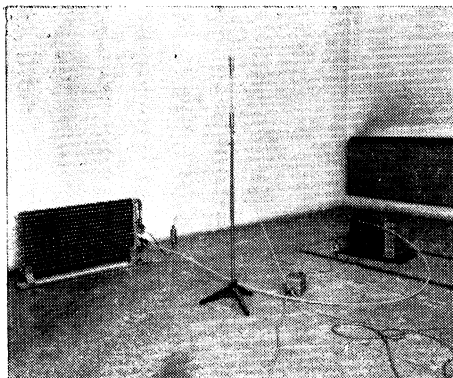
Dozvukové komory

Dozvukové komory jsou místnosti, v nichž zvuková energie velmi dlouho dozívá. Povrchová úprava ploch obklopujících prostor má značný vliv na jeho vlastnosti, které jsou kromě toho ovlivněny objemem, tvarem a geometrickými rozměry.

Objem prostoru určuje frekvenční meze difuzity akustického pole, tvar a geometrické

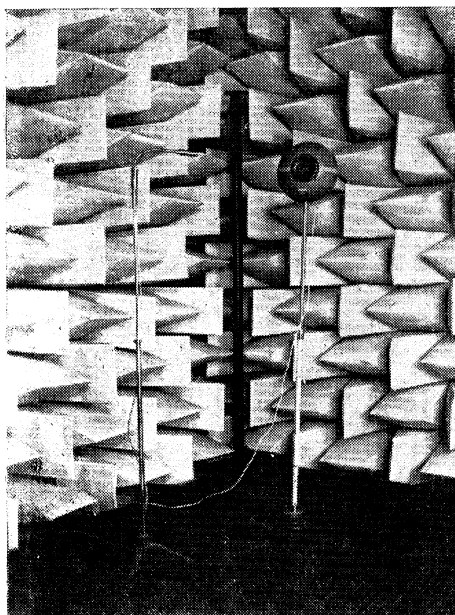
rozměry mají vliv na rozložení vlastních kmitů prostoru, z něhož můžeme usuzovat na přenosové vlastnosti prostoru.

Dozvuková komora č. 1 má objem $V = 120 \text{ m}^3$, rozměry $6,75 \times 4,75 \times 3,75 \text{ (m)}$ a je patrná z obr. 2., komora č. 2 má objem $V =$



Obr. 2. Měření v dozvukové komoře č. 1.

$= 120 \text{ m}^3$ a rozměry $6,95 \times 4,75 \times 3,50 \text{ (m)}$. Obě komory vyhovují pro měření hluku strojů v pásmech 1/3 oktávy i v oktávních pásmech v rozsahu od 125 Hz a dále umožňují zjišťovat některé akustické vlastnosti konstrukcí měřením vzduchové neprůzvučnosti, po případě na základě dozvukových měření.



Obr. 3. Měření všesměrově vyzářujícího zdroje hluku v bezodrazové komoře.

Bezdozvuková komora

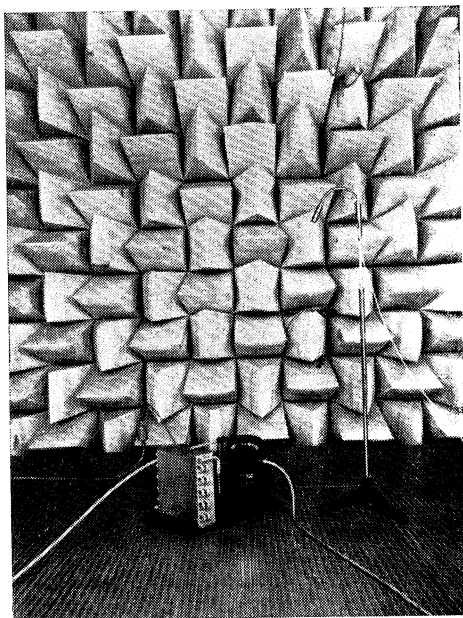
Bezdozvuková komora (5) je prostor, ve kterém nemá docházet k odrazu zvuku od ohraničujících stěn. Proto jsou stěny, strop a podlaha pokryty akustickými absorpčními klíny. Nad klíny zakrývajícími podlahu lze v komoře vytvořit zvuk odrážející plochu, takže komoru lze využívat jak pro měření ve všesměrově volném poli nad odrážející rovinou, obr. 4. Komora má objem $V = 175 \text{ m}^3$ a rozměry $7,2 \times 5,4 \times 4,5 \text{ (m)}$. V komoře lze provádět měření v kmitočtovém rozsahu od 63 Hz (měřicí místa minimálně 2 m od obkladu) nebo od 100 Hz (měř. místa 1 m od obkladu).

4. Závěr

Ve speciálních akustických laboratořích jsou předpoklady pro provádění přesných měření hluku. V současné době se ověřují nové souvislosti, které mohou ovlivnit vývoj v měření hluku. Cílem je zvětšit přesnost měření a rozšiřovat použitelnost měřících metod.

Využití těchto poznatků může mít i ekonomický přínos, např. při budování nových zkušeben a zavádění měřících metod ve zkušebnách závodů, kde lze na základě předpokládaného výrobního programu realizovat dostatečně přesnou měřící metodu při poměrně nízkých investičních nákladech.

Recenzoval: Ing. Dr. J. Němec, CSc.



Obr. 4. Měření hluku kompresoru umístěného na zvuk odrážející podlaze v bezodrazové komoře.

Épületgépészet 20 (1971) č. 1

— Klimatológia és biofiziológia a klímatechnikában — (Klimatológia a biofiziológia v klimatizačnej technike) — *Lakos A.*
 — Lakótelepek gázfűtése — (Vykurovanie sídlisk plynom) — *Vida M.*
 — Üvegezések és árnyékoló szerkezeteknek naptényezője — (Tieniace účinky zasklenia a tieniacich zariadení) — *Szabo G.*
 — Az „ablakkomfort” biztosítása fűtési idényben — (Zabezpečenie „okennej pohody” vykurovacím zariadením) — *Kostrz S.*
 — Kis-hőmértékletű hulladékhő tartalékok felhasználása épületek fűtéséhez és szellőzéséhez — (Využitie zásob nízkoenergetického odpadového tepla pre vykurovanie a vetranie budov) — *Ostapuschenko.*
 — Égéstermékkelvezetés nélküli gázfogyasztókészülékek üzemeltetése természetes és mesterséges szellőzés mellett — (Prevádzka plynových spotřebičov bez odvodu spalín pri prirodzenom a umelom vetraní) — *Meszler C.*
 — Derítőföldbe (Fuller-föld) fektetett védőcsatorna nélküli távvezeték — (Dialkové potrubia uložené vo Fullerovej zemine bez ochranného kanála) — *Baltay M. a kol.*
 — Új légnedvesítő klímaberendezésekhez — (Nové zvlhčovací zariadenia klimatizačných sústav) — *Ferstl K.*

Épületgépészet 20 (1971), č. 2

— Villamosfűtésű hőtárolós kazánok — (Elektrické akumuláčné kotly) — *Homonnay G.*
 — Méréstechnikai szempontok szellőztető berendezések szabályozásához — (Vyregulovanie vetracích zariadení z hľadiska meracej techniky) — *Gábor I.*
 — Vizsgálatok az izotermikus szabadsugárban — (Skúšanie vo voľnom izotermickom prúde) — *Máte J.*
 — Távfűtések néhány tervezési és üzemeltetési kérdése — (Niekoľko otázok pri navrhovaní a prevádzke diaľkového vykurovania) — *Erdélyi I.*
 — Használat melegvíztermelés — tároló-elv alapján — (Príprava teplej úžitkovej vody akumuláciou) — *Toth T.*
 — A Fővárosi Nagycirkusz légfűtő berendezése — (Teplovzdušné vykurovanie v budapeštianskom cirkuse) — *Turcsák T.*
 — Computer a „Consulting Engineers” irodákban — (Samočinný počítač v kanceláriách „Consulting Engineers”) — *Constantino M., Zambelli A.*
 — Épületgépészeti szerkezetpízálás — (Typizácia prvkov v technickom zariadení budov) — *Szabó D.*
 — Hűtés nélküli helyiségek várható nyári felmelegedésének meghatározása könnyű szerkezetű épületekben — (Určenie oteplenia v miestnostiach s ľahkou konštrukciou, bez vetrania, v letnom období).
 — A Mátyás-templom új világítási berendezése

sének tervezése — (Projektované nové osvetlenie kostola sv. Máteja) — *Lantos T.*

Épületgépészet 20 (1971) č. 3

— A könnyűszerkezetes építés néhány műszaki problémája (Niektoré technické problémy ľahkých stavebných konštrukcií) — *Sebestyén G.*
 — A könnyűszerkezetes építési mód épületgépészeti vonatkozásai (Ľahké stavebné konštrukcie a ich vzťah k technickému zariadeniu budov) — *Kordák L.*
 — A könnyűszerkezetes építési mód és az épületgépészet (Ľahké stavebné konštrukcie a technické zariadenie budov) — *Kovács L.*
 — A komplex könnyűszerkezetes építési mód épületgépészeti kutatása (Technické zariadenie budov v komplexnom výskume ľahkých stavebných konštrukcií) — *Völgyes I.*
 — A meteorológiai jellemzők valószínű előfordulása) Pravdepodobný výskyt meteorologických veličín) — *Tömöri T.*
 — A mikroklíma hasonlósági feltételei (Kritéria podobnosti mikroklimy) — *Szűcs F.*
 — Könnyű homlokzatok hőtechnikai tulajdonságai (Teplotéchnické vlastnosti ľahkých fasádnych prvkov) — *Barcs V.*
 — Könnyűszerkezetes toronyépület fűtési és hűtési hőterhelésének meghatározása (Určenie tepelnej a chladiacej záťaže vežových stavieb s ľahkou stavebnou konštrukciou) — *Szabó G., Fischer G.*
 — Tapasztalatok a prágai FEAL rendszerű könnyűszerkezetes épületek villanyszerelési munkáiról (Skúsenosti z elektroinštalácii v budovách podľa pražského typu FEAL) — *Byff M.*
 — Könnyű épüethatároló szerkezetek akusztikai kérdése (Otázky akustiky v budovách s ľahkou obvodovou konštrukciou) — *Póta G.*
 — A könnyűszerkezetes építési mód épületgépészeti gyártmányai (Zdravotne technické zariadenia v budovách s ľahkou stavebnou konštrukciou) — *Varga L.*
 — Csőszelű Vállalat részvétele a könnyűszerkezetes építési módban (Podiel inštalátora ľahkých konštrukcií) — *Párkányi G.*

Épületgépészet 20 (1971), č. 4

— A Második Magyar Felvonó konferencia Budapest 1971 (Druhá Maďarská konferencia o výtahoch) — *Sváb J.*
 — Lakóházi felvonók üzemeltetési és karbantartási tapasztalatai (Skúsenosti z prevádzky a údržby výtahov v obytných domoch) — *Dános G.*
 — A hazai felvonó állomány hatósági ellenőrzése (Skúsenosti štátného dozoru z prevádzky výtahov) — *Makovský M.*
 — Felvonók karbantartási problémái (Problématica údržby výtahov) — *Makovský G.*
 — Térszinalatt fektetett távvezetékek periodikus üzemeltetése (Periodická prevádzka

podzemných diaľkových rozvodov) — *Momonay G. Hoffmann A.*

— Műselyem cőrnázőgyár hűtőgépes klímaberendezése (Klimatizácia s kompresorovým chladením pri výrobe umelých vlákien) — *Főnyad T.*

— A kelenföldi záporvízátemelő telep (Zdvíhacie zariadenie búrkových vôd v Kelenföldre) — *Jakab A.*

— Keresztáramú vízfílmes nedves hőcserélő sertésstartási épületekben (Mokrý protiprúdový výmeník v ošipárnach) — *Pénzes G.*

Gesundheits-Ingenieur 92 (1971), č. 7

— Die Berechnung von radial strömenden Frei- und Wandstrahlen, sowie von Rechteckstrahlen (Výpočet radiálne proudících volných proudů, proudů u stěny a pravouhlých paprsků) — *Regenscheit B.*, 193—201.

— Erwärmung des Badewassers in Freibädern (Oteplení vody na koupání ve volných lázních) — *Töpritz E.*, 202—206.

— Zur Fernwärmeversorgung mitteleuropäischer Grosstädte (Dálkové zásobování teplem středoevropských velkoměst) — *Hromek R.*, 206—211.

Gesundheits-Ingenieur 92 (1971), č. 8

— Experimentelle Strömungsuntersuchungen im Versuchsauditorium der ETH Zürich (Experimentální výzkum proudění v pokusné posluchárně vysoké technické školy v Curychu) — *Sprenger H.*, 225—231.

— Energiebilanz für das Versuchsauditorium der ETH Zürich (Energetická bilance pro pokusnou posluchárnu vysoké technické školy v Curychu) — *Thomann H. H., Merkl P.*, 238—241.

— Zur gemeinsamen Bestimmung von Acrolein und Formaldehyd in der Luft (K současnému stanovení akroleinu a formaldehydu ve vzduchu) — *Mašek V.*, 245—246.

Heating, piping and air conditioning 43 (1971), č. 7

— Gas engine heat reclaim cuts cooling costs for county government complex (Využití odpadního tepla plynových strojů snižuje náklady chlazení na objekt okresního úřadu) — *Dombrowski L.*, 51—55.

— How to pipe recirculating pumps for preheat coils (Jak zapojovat recirkulační čerpadla pro předehříváče) — *Haines R. W.*, 56—60.

— Your chance to STAR: slash duct, pipe costs (Vaše příležitost STAR: snížené náklady na kanály a potrubí) — *Wendes H. C.*, 61—67.

— On the understanding of unsteady flow (K porozumění nestacionárnímu proudění) — *Reisman A.*, 72—74.

— A quick check on compressed air costs (Rychlý výpočet nákladů na stlačený vzduch) — *Gill J. H.*, 75—76.

— The care and feeding of hot water boilers (Péče a plnění horkovodních kotlů) — *Schwite-maker T.*, 85—96.

Heating, piping and air conditioning 43 (1971), č. 8

— Estimating piping costs for heating-cooling applications (Určení nákladů na potrubí pro vytápění a chlazení) — *Ottaviano V. B.*, 57—60.

— Induction units teamed with heat reclaim for all-electric high rise (Indukční jednotky se zpětným získáváním tepla pro celoelektrizovanou výškovou budovu) — *Ostrander W. S.*, 61—64.

— Energy, system selection for civic center complex (Volba energie a systémů pro komplex kulturního centra) — *Desmond G. R.*, 66—67.

— Onsite energy practical for two unlike schools (Praktické provedení systémů s jedním zdrojem energie pro odlišné školy) — 72—75.

— On the understanding of unsteady flow (K porozumění nestacionárnímu proudění) — *Reisman A.*, 79—84.

— Chart centerline velocity for inlets from unconfined spaces (Diagram pro stanovení osové rychlosti pro vstupní otvory z neohrazeného prostoru) — *Shaw W. J. D.*, 85—86.

Heizung, Lüftung, Haustechnik 22 (1971), č. 7

— Zweikanalsystem mit mechanischem Doppelvolumenregler (Dvoupotrubní systém s mechanickým dvojitým regulátorem množství) — *Polke R.*, 218—223.

— Auswertung von Temperaturhäufigkeitsdaten für die Klima- und Kältetechnik (Vyhodnocení údajů o četnosti teplot pro klimatizaci a chladicí techniku) — *Rasch H., Markert H.*, 224—229.

— Kurzdifusoren als Klappen für lufttechnische Anlagen (Krátké difúzory jako klapky pro vzduchotechnická zařízení) — *Rákoczy T.*, 230—232.

— Extrapolationen bei Netzmessungen in kreisförmigen Strömungsquerschnitten (Extrapolace při měření sítí při proudění kruhovým průřezem) — *Richter W.*, 233—236.

— Kritische Betrachtungen zum Einsatz von Computern in der Heizungs- und Klimatechnik (Kritické poznámky k použití počítačů ve vytápění a klimatizaci) — *Mavrofidis N.*, 237—241.

— Lüftungstechnische Massnahmen in Wohnräumen gegen die Pollenallergie (Vzduchotechnická opatření v bytech proti pylové alergii) — 241.

— Entwicklung der Lüftungs- und Klimatechnik noch nicht abgeschlossen (Vývoj klimatizace není ještě ukončen) — 242—243.

— Umstrittene Meinung eines Hygienikers zum Luftzustand (Sporné mínění hygienika o stavu vzduchu) — 244.

Heizung, Lüftung, Haustechnik 22 (1971), č. 8

— Brauchwasserbereitung in Verbindung mit Heizungsanlagen geringer Leistung (Příprava užitkové vody v závislosti na vytápěcím zařízení malého výkonu) — *Koelmer M.*, 250 až 253.

— Enthärter begünstigen Leitungsrost (Změkčovače podporují rezivění potrubí) — 253.

— Luft/Luft-Wärmepumpe für Hallenschwimmbad (Tepelné čerpadlo vzduch—vzduch pro kryté lázně) — *Rössing P.*, 254 až 256.

— Aufbau von Kalt- und Kühlwassernetzen bei Klima-Kältezentralen (Výstavba sítí studené a chladicí vody u klimatizačních strojoven) — *Vielsack W.*, 257—264.

— Feuchterwerden des Wärmeschutzes von warmen Rohrleitungen (Vlhnutí tepelné ochrany teplých potrubí) — 264.

— Warmwasserspeicher mit Heizfolien (Zásobník teplé vody s vytápěcími fóliemi) — 264.

— Untersuchungen des Himmelsrichtungsschlages (Výzkum přírážky na směr slunečního sálání) — *Zöld A.*, 265—268.

— Ermittlung des Lüftungswärmebedarfes (Stanovení spotřeby tepla při větrání) — *Preussker H.*, 269—270.

— Prüfstände für Luft-, Wärme- und Klimatechnik (Zkušebny pro vzduchotechniku, tepelnou techniku a klimatizaci) — 275—276.

Illuminating Engineering 66 (1971), č. 1

— A conference room is many places (Zajímavé osvětlení konferenční místnosti) — *Rowe G. D.*, 26—28.

— What to do with an enclosed shopping Mall (Co dělat s uzavřenou obchodní ulicí) — *Kirnon L. R.*, 29—30.

— Color temperatures — as modified by luminaire characteristics (Barevné teploty ve vztahu k charakteristikám svítidel) — *Allen C. J.*, 31—36.

— An improved method for S/MH ratings of luminaires with direct symmetrical distribution (Zlepšená metoda výpočtu poměru S/MH při přímém souměrném světelném svazku) — *Fancett R. E.*, *Judge J. R.*, 37—46.

— Safety features in highway lighting system design (Bezpečnostní charakteristiky při navrhování soustav uličního osvětlování) — *Ketvirtis A.*, *Holson R. C.*, 47—55.

— A highly loaded metal halide lamp and its applications (Vysokovýkonové halogenidové výbojky a jejich použití) — *Ishler W. E.*, *Pangh R. L.*, 56—66.

— Discussion of previously published paper — Veiling reflection control by candlepower distribution (Ovládání závoje odrazu rozložením svítivosti zdroje) — *Lewin-Griffith*, 67—72.

Illuminating Engineering 66 (1971), č. 2

— Basketball lighting for TV and people (Osvětlení basketbalového hřiště pro televizní

přenosy a pro diváky) — *Shell R. D.*, 73—79.

— Transforming old space into new for heart patients (Přetvoření starého prostoru v nový pro nemocné se srdečními chorobami) — *Rosenfeld N.*, 80—83.

— Evaluating of an experimental high mount illuminating technique for expressway (Hodnocení experimentálního osvětlovacího zařízení na vysokých stožárech, osvětlujícího křižovatky expresních dálnic) — *Cossyphas H.*, *Stark R.*, 84—86.

— Lighting an indoor swimming pool (Osvětlení krytého plaveckého bazénu) — 87—88.

— Floodlighting: new problems, new solutions (Nové problémy a nová řešení světlometného osvicování) — *Flood R.*, 89.

— Field evaluation of roadway lighting maintenance factors (Terénní stanovování činitele snížení osvětlení povrchu vozovek) — *Oerkvitz Ch. A.*, 90—98.

— Compatible visibility measurements (Měření celkové světelné účinnosti záření) — *Eastman A. A.*, 99—106.

— IES Approved method for photometric testing of floodlights using incandescent filament or discharge lamps (IES směrnice: Zdokonalená metoda pro fotometrické testování širokoúhlých světlometů pomocí žárovky nebo výbojky) — 107—121.

— Street lighting luminaire dirt depreciation (Ztráta světla ve znečištěných uličních svítidlech) — *van Dusen H. A.*, 122—132.

Klimatechnik 13 (1971), č. 1

— Neue Erfahrungen mit Induktionsgeräten für Vierleitersysteme (Nové zkušenosti s indukčními jednotkami pro čtyřtrubkové systémy) — *Hönnmann W.*, 2—6.

— Thermische Behaglichkeit in Wohn- und Arbeitsräumen. Richtungsbezogene Messung mit „künstlichem Kopf“ (Tepelná pohoda v bytech a na pracovištích. Směrové měření s „umělou hlavou“) — *Lutz H.*, 8—16.

— Theorie und Praxis des Luftwäschers in der Lüftungstechnik V. (Teorie a praxe s pračkami vzduchu ve větrací technice V.) — *Rasch H.*, 18—19, 21.

Klimatechnik 13 (1971), č. 2

— Probleme des Betriebs und der Erhaltung lufttechnischer Anlagen (Problémy provozu a údržby vzduchotechnických zařízení) — 1—2.

— Auswahl eines Klimasystems unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Volba klimatického systému z hlediska hospodárnosti) — *Rakoczy T.*, 3—4.

— Theorie und Praxis des Luftwäschers in der Lüftungstechnik VI. (Teorie a praxe s pračkami vzduchu ve větrací technice VI.) — *Rasch H.*, 10, 12, 14, 16, 18.

— Hinweise für den Entwurf wirtschaftlich arbeitender Wärmepumpen I. (Pokyny pro navrhování hospodárně pracujících tepelných čerpadel I.) — *Anton H.*, 20—24.

— Kanäle und Berechnungen I. (Potrubí a výpočet I.) — *Kurth M.*, 25—26, 28—29.

Klimatechnik 13 (1971), č. 3

— Kanäle und Berechnungen II. (Potrubí a výpočet II.) — *Kurth M.*, 3—4, 6, 8, 10, 12.

— Hinweise für den Entwurf wirtschaftlich arbeitender Wärmepumpen II. (Pokyny pro navrhování hospodárně pracujících tepelných čerpadel II.) — *Anton H.*, 12, 14, 16.

— Theorie und Praxis des Luftwäschers in der Lüftungstechnik — Schluss (Teorie a praxe s pračkami vzduchu ve větrací technice — konec) — *Rasch H.*, 22—26.

— Das FRIGEN-Rechenprogramm (Výpočtový program FRIGEN) — 29—31.

Klimatechnik 13 (1971), č. 4

— Homogene Beaufschlagung lufttechnischer Zentralen (Vytvoření homogenní směsi ve vzduchotechnické strojovně) — *Gerlach P.*, 3—4, 6.

— Die Strömungsverhältnisse in Kanälen von Aussenwänden I. (Proudové poměry v potrubí ve vnějších stěnách I.) — *Gertis K.*, 8, 10, 12, 14.

— Berechnung feuchter Luft mit dem Feutron-Rechenstab (Výpočet mokrého vzduchu na pravítku Feutron) — 18—24.

— Kanäle und Berechnungen III. (Potrubí a výpočet III.) — *Kurth M.*, 25—31.

Klimatechnik 13 (1971), č. 5

— Die Strömungsverhältnisse in Kanälen von Aussenwänden II. (Proudové poměry v potrubí ve vnějších stěnách II.) — *Gertis H.*, 4—6, 8, 10.

— Kanäle und Berechnungen — Schluss (Potrubí a výpočet — konec) — *Kurth M.*, 14, 16, 18—25.

— Projektierung von Klimaanlage (Projektování klimatizace) — 33—34.

Light and Lighting 64 (1971), č. 6

— Lighting overseas: 4 Italy (Osvětlení v zámoří: Itálie — díl 4) — *Benzie V.*, 146—148.

— Lighting for night security of industria and comercial premises (Osvětlení pro noční zabezpečení průmyslových a obchodních objektů) — *Lyons S.*, 149—153.

— Football field floodlighting for colour television — Part I (Světlometné osvětlení fotbalového hřiště pro barevnou televizi — díl 1) — *Aldworth R. C.*, 154—159.

— The photography of lighting installations — Part I (Fotografování světelných instalací — díl 1) — *Quallington T.*, 160—164.

— Underwater lighting (Osvětlování pod vodou) — *Baker J. E.*, 165—167.

— Underwater lighting equipment survey (Přehled technických zařízení pro osvětlování pod vodou) — 169—170.

— The calculation of utilisation factors — the BZ method (BZ metoda a výpočet činitele využití — část 2) — 171.

— The use of computers in lighting (Použití počítačů ve světelné technice — zpráva ze symposia IES) — 172—173.

— The lighting at the Hanover Fair (Osvětlování na hanoverském veletrhu) — 174—175.

Light and Lighting 64 (1971), č. 7

— Floodlighting in Melbourne (Osvícování budov v M.) — 186—187.

— Football field floodlighting for colour television — Part 2 (Světlometné osvětlení fotbalového hřiště pro barevnou televizi — díl 2) — *Aldworth R. C.*, 188—192.

— The photography of lighting installations — Part 2 (Fotografování světelných instalací — díl 2) — *Quallington T.*, 193—196.

— Flashing lights at Imperial College — symposium, april 18—22/1971 (Symposium o mihání světla) — 197—198.

— The Worsley Braided Interchange (Osvětlení křižovatky ve W. zvané Spaghetti junction) — *Cox K. T. O., Valentine W. B.*, 200—203.

— Division 2 areas — a survey of light fitting (Přehled svítidel pro odstupňované osvětlení dvou prostorů) — 206, 207, 209.

— Lighting fittings for use in division 2 areas (Svítidla pro odstupňované osvětlení dvou prostorů) — 211—213.

Light and Lighting 64 (1971), č. 8

— Lighting overseas: 5 The Netherlands (Osvětlení v zámoří: Holandsko — díl 5) — *Burghout F.*, 226—229.

— Lighting for effect ... (Světelné efekty pro divadelní a výstavní účely) — *Boud J.*, 230—238.

— The right equipment for the job (Montážní prvky pro světelnou techniku) — *Vinger M. F.*, 239—241.

— Emergency lighting. Safety lighting — a statement by BEAMA (Nouzové osvětlení. Bezpečnostní osvětlení — výklad dle BEAMA) 242, 246.

— The fire precautions act (Zajištění proti ohni) — *Ross M.*, 246, 248.

— Provisions for hospitals (Zařízení pro nemocnice) — *Haggis D. A.*, 248.

— Lighting for supermarkets (Osvětlení velkých tržnic) — *Baker J. E.*, 258—260.

Lichttechnik 23 (1971), č. 7

— Zweckleuchten 1971 — II (Účelová svítidla — díl II. — přehled) — 386, 388—390.

— Neues von Lampenschirmen und Schirmleuchten (Novinky ve stínidlech a ve svítidlech se stínidly) — 391—392.

— Analytische Approximation des Blendungsbewertungssystems nach Söllner (Analytické přiblížení Söllnerova systému na hodnocení oslnění) — *Fischer D.*, 395—398.

— Beschreibung eines Verfahrens zur Messung des Lichtstromes belüfteter Leuchten (Popis způsobu měření světelného toku u svítidel s větráním) — *Pfeffer K. A., Schünemann D.*, 398—403.

— Neuartige Hochmast-Beleuchtungsanlage für den „Verkehrsverteiler Olympia“ in München (Nová osvětlovací soustava na vysokých stožárech na křižovatce Olympia v Mnichově) 406—407.

Lichttechnik 23 (1971), č. 8

— Zur 17. Vollversammlung der CIE in Barcelona (K 17. generálnímu zasedání CIE v Barceloně) — *Krochmann J.*, 429—431.

— Beleuchtung moderner Kirchen in der Schweiz (Osvětlení dvou moderních kostelů ve Švýcarsku) — 432—433.

— Neue Porzellanleuchten von Wilhelm Wagenfeld (Nová porcelánová svítidla na tvarované žárovky prof. Lindnera, navržená W. W.) 436.

— Licht und Farbe im „Spiegel-Haus“, Hamburg (Světlo a barva v budově nakladatelství Spiegel v H.) — 438.

— Eine Modifikation der Methode zur Blendungsbewertung in der Strassenbeleuchtung (Přizpůsobení metody hodnocení oslnění pro použití při uličním osvětlování) — *Adrian W.*, 441—446.

— Neue Halogen-Metallampflampen mit 250 und 400 W Leistungsaufnahme — I (Nové halogenidové výbojky s výkony 250 a 400 W — díl I.) — *Dobrusskín A.*, 447—449.

— DIN 49 820 Blatt 7 „Lichtwurf Lampen — Halogen-Glühlampen für Flutlicht HF mit zwei Sockeln“ (Návrh DIN na halogenové žárovky do reflektorů pro osvětlování se dvěma patcemi).

Lichttechnik 23 (1971), č. 9

— Berlin Alexanderplatz (Hotel v B. — světelné instalace) — 486—487.

— Leuchten auf der Sonderschau „Die gute Industrieform 1971“ (Svítidla na výstavě „Design 1971“) — 490—491.

— Neue Installationsgeräte für Beleuchtungsanlagen — I (Instalační prvky pro světelné soustavy — díl I.) — *Firchau O.*, 492, 494.

— Das elektrische Betriebsverhalten der neuen Halogen-Metallampflampen (HQI) und Natriumdampf-Hochdrucklampen (NaV)

(Elektrické provozní parametry halogenidových výbojek HQI a vysokotlakých sodíkových výbojek NaV) — *Ramert H.*, 497—500.

— Neue Halogen-Metallampflampen mit 250 und 400 W Leistungsaufnahme — II (Nové halogenidové výbojky s výkony 250 a 400 W — díl II.) — *Dobrusskín A.*, 500—502.

— Ein visueller Leuchtdichtemesser für die Aussenbeleuchtung (Nový vizuální jasoměr pro měření na komunikacích) — *Buchbinder H., Pfeffer K. A., Range H. D.*, 503—505.

— DIN 49 820 Blatt 8 Lichtwurf Lampen — Halogen-Glühlampen für Studion HS mit einem Sockel (DIN 49 820 Halogenové re-

flektorové žárovky soklové — návrh) — 506, 508—509.

Luft- und Kältetechnik 7 (1971), č. 4

— Stand der Technik auf dem Gebiet der Staubabscheidung mittels Geweben (Stav techniky odprašování tkaninami) — *Jugel W., Lotze J.*, 181—186.

— Über die Reinigung arsenhaltiger Abgase bei der Nickelproduktion (Čištění plynů s obsahem arzenu při výrobě niklu) — *Quitter V.*, 187—188.

— Die Verwendung von Luftwäschern in Freiluftbauweise in den Klimaanlage der Textilindustrie (Použití praček vzduchu stojících na volném prostranství v klimatizaci textilního průmyslu) — *Fonyad T.*, 188—191.

— Die Klimatisierung und Luftführung im Kulturpalast in Dresden (Klimatizace a větrání v domě kultury v Drážďanech) — *Barth L., Weinhold K.*, 196—202.

— Entwicklung der Klimatisierung von Krankenhäusern (Vývoj klimatizace nemocnic) — *Krüger J.*, 204—207.

— Korrosionsschutz und Wirtschaftlichkeit der Feuerverzinkung (Ochrana před korozí a hospodárnost žárového pozinkování) — *Peissker P.*, 210—215.

RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 26 (1971), č. 7

— Ein breites Angebot aus verschiedenen Werkstoffen (Široká nabídka trub z různých hmot) — 411—416.

— Salon des Arts Menagers — Brillantes Spiel mit Form und Farbe (Perfektní použití tvarů a barev na Salon des Arts Menagers v Paříži v únoru a březnu t. r.) — 418—424.

— Kunststoffrohre in der Abwassertechnik (Trouby pro odpady z umělých hmot) — *Jirka K.*, 427—430.

— Vergleich von Reinigungsergebnis, Arbeitszeit und Kosten beim manuellen und maschinellen Geschirrspülen (Srovnání výsledku čištění, spotřebovaného času a nákladů při ručním a strojním mytí nádobí) — *Luecke A.*, K 142 a K 144.

— Moderne An- und Einbauküchen auf 6. ish (Moderní přistavované a vestavované kuchyně na 6. veletrhu zdravotně technických zařízení v březnu—dubnu tr. ve Frankfurtu/M) — K 156 — K 157.

RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 26 (1971), č. 8

— Zur Badewannen-Formentwicklung (Tvarový vývoj koupelňové vany) — *Sauer W.*, 450—452.

— 6. ish — Das wohnliche Bad rückt in den Vordergrund (Do popředí vstupuje obyvatelná koupelna) — 453—466 — obsah:

— Sanitärtechnik: Ästhetische Momente im Vordergrund (Estetické prvky v popředí

zdravotně technických výrobků) — 454 až 457.

— Waschtische aus Stahlblech (Umyvadla z ocelového plechu) — 457.

— Stil im Badezimmer (Styl v moderní koupelně) — 458.

— Mehr Bedienungskomfort bei Armaturen (Větší účelnost u armatur) — 459.

— Eine Testmesse (Byl veletrh testující?) — 460.

— Schwimmbad und Sauna werden interessanter (Koupání a sauna jsou zajímavější) — 461.

— Gegen Korrosion und Steinablagerungen (Proti korozi a usazování kotelního kamene) — 462—463.

— Der Heizkessel wird moderne Heizzentrale (Kotel ústředního vytápění se stává moderní kotelnou) — 464—466.

— Expansion der Gasheizung setzt neue Massstäbe (Expanze plynového vytápění vytváří nová měřítka) — 469—473.

RAS — Rohr-Armatur-Sanitär-Heizung 26 (1971), č. 9

— Verbindliche Regeln auch für das Sanitär- und Heizungsfach (Závazné předpisy také pro sanitární techniku a vytápění) — 499 až 504.

— Temperaturbeständiges Abflussrohr aus PP (Odpadní trouby teplotně stálé — výrobky z polypropylénu) — *Dernbach G.*, 507—508.

— Stahlheizkörper erzielten Spitzenumsatz (Ocelová otopná tělesa dosáhla max. obrátu) — 509—510, 512—514, 516.

— Messe-Neuheiten (Sporáky na veletrhu) — K 182 — K 185.

— Was bringen kommenden vier Jahre — Kunststoff für die Sanitär- und Heizungsbranche? (Co přinesou čtyři nadcházející roky v oboru umělých hmot pro sanitární techniku a pro vytápění?) — 530—532.

— Komplette eingerichtete, vortfertigtes Badezimmer (Zcela zařízené, prefabrikované koupelny) — 538.

— Badezimmermöbel mit Kupferdekor (Koupelna s obkladem imitujícím měděný dekor) — 540.

— Neuentwicklung unseres modernen Waschraums (Výrobky fy MEWAF Belgie pro moderní koupelny) — A 57.

Sanitär- und Heizungstechnik 36 (1971), č. 7

— 12 medizinische Fragen an die Klimaindustrie (12 lékařských otázek položeno průmyslu klimatizačních zařízení) — *Bahlmann W.*, 540—542.

— Schallschutz bei Lüftungsanlagen aus Asbestzement nach DIN 4109 (Ochrana proti hluku u větracích zařízení z osinkocementových trub dle DIN 4109) — *Klippe J.*, 543 až 546.

— Mehr Komfort — mehr Wohnlichkeit verbesserte Technik — 6. ish (Více komfortu a více obyvatelnosti vylepšenou technikou —

z 6. mezinárodního veletrhu sanitárních zařízení) — 547—576 — obsahuje:

— Regel- und Steuerungs-Technik (Regulační a ovládací mechanismy) — 547—551.

— Regel- und sicherheitstechnische Ausrüstung für Heizkessel (Regulační a pojistné vybavení pro otopné kotle) — 552 až 555.

— Öl- und Gasbrenner (Olejové a plynové hořáky) — 556—559.

— Heizkessel für Öl- und Gasfeuerung (Otopné kotle na olej a plyn) — 560—563.

— Mehr Komfort im Badezimmer (Více pohodlí do koupelen) — 564—573.

— Gegen Korrosion und Steinablagerung (Proti korozi a usazování kotelního kamene) — 574—576.

Sanitär- und Heizungstechnik 36 (1971), č. 8

— Erläuterungen zum Entwurf der DIN 4751, Blatt 3, über Umlaufwasserheizer (Vysvětlivky k návrhu DIN 4751, list 3 o cirkulačních ohřivačích vody) — *Mayr F.*, 599—600.

— Löten von Kupferrohren für die Installation im Sanitär- und Heizungsfach (Pájení měděných trub pro instalace v oborech zdravotní techniky a vytápění) — *Wuich W.*, 601—606, pokrač.

— Fertigteilbauweise und Installationstechnik (Prefabrikace a instalační technika) — *Mayer E.*, 607—609.

— Magnetische Wasserbehandlung ohne Erfolg (Magnetické zpracovávání vody je bez úspěchu) — *Barbier A. E.*, 610—611.

— Mehr Komfort — mehr Wohnlichkeit verbesserte Technik — 6. ish (Více komfortu a více obyvatelnosti vylepšenou technikou — z 6. mezinárodního veletrhu sanitárních zařízení) — 613—626 — obsahuje:

— Druckerhöhungsanlagen (Zařízení na zvyšování tlaku) — 613—616.

— Heizungspumpen (Čerpadla do otopných soustav) — 616.

— Heizungsarmaturen (Armatury do otopných zařízení) — 618.

— Thermostate (Termostaty) — 620, 622.

— Heizgeräte für Zentralheizung und Warmwasserbereitung (Zařízení pro ústřední vytápění a přípravu teplé vody) — 624—625.

— Sanitärtechnik (Zdravotní technika) — 625—626.

— Handwasch- und Handtuch-Systeme (Umývací zařízení rukou a ručníková zařízení) — *Tust W.*, 628—630.

Sanitär- und Heizungstechnik 36 (1971), č. 9

— 5. Internationaler Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärkongress in Kopenhagen (5. mezinárodní kongres o vytápění, větrání a zdravotní technice v Kodani — květen 1971) — 652—657 — obsahuje:

— Das Geräuschverhalten von Radiatorventilen (Výskyt hluku u ventilů na otopných tělesech) — 652—654.

— Ausflusscharakteristik von Sanitärapparaten (Výtokové charakteristiky u sanitárních zařízení) — 654—655.

— Sanitärforſchung in England (Výzkum v oboru ſanitární techniky v Anglii) — 655—656.

— Das Auffindung von Undichtigkeiten in Heizungsleitungen mit der Infrarot-Kamera (Hledání netěſností na potrubí otopných zařízeních pomocí ſnímací kamery na IČ záření) — 656—657.

— Badewasser-Aufbereitung für Schwimmbäder (Příprava koupelové vody pro plavecké bazény) — *Herschman W.*, 658—663 pokrač.

— Leistung einer Gegenstromschwimmanlage (Výkon vſtríkovacího zařízení na plavání proti proudu v malém bazénu) — *Dümmer E.*, 664—665.

— Moderne Dachheizzentralen — „packaged unit“ (Moderní třeſní kotelny jako balené jednotky) — 666.

— Wärmeübertragungsanlagen mit Thermoölen (Zařízení pro přenos tepla s noſnými oleji) — *Felgentraeger W.*, 667—669.

— Lóten von Kupferrohren für die Installation im Sanitär- und Heizungsfach (dokonč. — Pájení měděných trub pro instalace v oborech zdravotní techniky a vytápění) — *Wuich W.*, 670—673.

— Die Verarbeitung von kunststoffummantelten oder blanken Präzisionsstahlrohren im Heizungsbau (Zpracovávání přesných ocelových trub s povlakem z umělých hmot nebo lesklých při výstavbě otopných zařízení) — *Marshall K.*, 674.

— Pro Aqua — Pro Vita 1971 (Problémy ochrany prostředí — čistá voda pro žití 1971) — *Spaethe K.*, 675—677.

— Kälteanlage mit 22,2 Mio. kcal/h (Chladicí zařízení s výkonem 22,2 miliónů kcal/h) — 678—679.

— Täglich 1 Mio. l Trinkwasser aus dem Meer (Denní výkon zařízení 1 milión litrů pitné vody) — 680.

— Vorgefertigte Installationszellen für Krankenhäuser (Prefabrikovaná instalační jádra pro nemocnice) — *Ohras L.*, 685—686.

— Moderne Befeuchtungseinheiten für Klimaanlagen (Moderní vlhčící jednotky pro klimatizační zařízení) — *Müller H.*, 687—689.

— Reinigung von Schwimmbecken (Čištění plaveckých nádrží) — 697.

— Mehr Komfort — pokrač. článku z čís. 7 a 8/1971 — obsahuje:

— Schwimmbadfilter (Filtry pro plavecké bazény) — 700, 702.

— Schwimmbad-Zubehör (Přísluſenství a doplňky k plaveckým bazénům) — 704, 706.

— Moderne Heizkörper (Moderní otopná tělesa) — 708, 710, 712.

— Sanitär- und Heizungsarmaturen (Sanitární a otopné armatury) — 714, 719.

Schweizerische Blätter für Heizung und Lüftung 38 (1971), č. 3

— Raumklimatische Untersuchungen über die Wirksamkeit von Sonnenschutzvorhängen aus Kunststoff, von Aluminium-Lamellenstoren und von Fenstern mit Reflexionsgläsern (Klimatický výzkum působení závěsů proti slu-

nečnímu záření z umělých hmot, z hliníkových lamel a oken s reflexními skly) — *Grandjean E., Rhiner A.*, 74—79.

— Heizungs-Anlage mit Hochleistungs-Kesseln im San-Bernardino-Strassentunnel (Vytápěcí zařízení s výkonnými kotly v ſilničním tunelu San Bernardino) — *Zimmermann M.*, 87—89.

— Luftverschmutzung bei Ölfuerungen (Znečištění vzduchu z olejových topenišť) — *Nassenstein G.*, 89—93.

— Mehrölbedarf bei Nachheizung (Spotřeba oleje při nočním vytápění) — *Bolliger J.*, 93—95.

— Schwerölfeuerungsanlagen heute (Dnešní topeniště na těžké oleje) — *Arnold*, 95—97.

— Heizungsbau-Festigkeitsberechnung der Schweissnähte und Schrauben (Výpočet pevnosti svarů a šroubů při výrobě vytápění) — *Caminada P.*, 97—98.

Staub-Reinhaltung der Luft 31 (1971), č. 7

— Messfehler der gebräuchlichen Staubniederschlags-Messgeräte (Chyby měření používaných přístrojů na měření spadu prachu) — *Effenberger E.*, 273—278.

— Massnahmen zur Reinhaltung der Luft (Opatření k zachování čistoty vzduchu) — *Persson G. A.*, 283—284.

— Untersuchungen über die Richtungsabhängigkeit von fotoelektrischen Rauchdichtemessgeräten (Výzkum závislosti fotoelektrického měřicího přístroje hustoty kouře na směru) — *Bühne K. W.*, 285—290.

— Einfluss der Turbulenz auf den Abscheidvorgang im Zyklon (Vliv turbulence na průběh odlučování v cyklónu) — *Hejma J.*, 290—295.

— 2. Internationaler Luftreinhaltekongress der IUPPA 7. bis 11. Dezember 1970 in Washington, USA (2. mezinárodní kongres o čistotě vzduchu IUPPA od 7. do 11. 12. 1970 ve Washingtonu) — 295—302.

Staub-Reinhaltung der Luft 31 (1971), č. 8

— Kompakte Hochleistungs-Diffusionsbatterien (Kompaktní difúzní vysokovýkonné baterie) — *Breslin A. J., Guggenheim S. F., George A. C.*, 313—316.

— Zur Untersuchung des Aufbaues und Eigenschaften analytischer Porenfilter mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie (K výzkumu vytváření vlastností analytických pórzních filtrů pomocí rastrové elektronkové mikroskopie) — *Spurný K., Pfefferkorn G., Blaschke R.*, 317—319.

— Oberflächenbestimmung mit dem Area-meter (Stanovení povrchu pomocí aera-metru) — *Rath R.*, 320—322.

— Über die Temperatur- und Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von Kraftwerksstaub (O závislosti teploty a frekvence dielektrické konstanty na prachu elektrárn) — *Tassicker O. J.*, 331—335.

— Umweltschutz — eine Aufgabe unserer Zeit (Ochrana prostředí — úloha naší doby) — 335—336.

— Effektivnyj koeficient izlučenia nekotorych svetotekhnicheskikh materialov (Zárivost některých světelných technických hmot) — *Levitin I. B., Charlamova T. E., Koncevič A. I., Štil E. P.*, 1—4.

— Izmenenie temperatury tela nakala pri vkučuenii lampy nakalivaniya (Změna teploty žhaveného vlákna při zapínání žárovek) — *Vugman S. M., Nikolajev A. G., Sidorkin O. M.*, 4—5.

— Voprosy vidimosti pri avtomobilno-dorožnom osveščeni (Problém viditelnosti při dopravním osvětlování) — *Jaškova-Ržaksinskaja E. P.*, 5—7.

— Svetotekhnicheskie i optičeskie charakteristiki elektroljuminiscentnogo sloja (Světelné technické a optické charakteristiky elektroluminiscenční vrstvy) — *Cjupak Ju. A.*, 7—9.

— K opredeleniju koeficienta jarkosti poverchnosti s parallelnymi sledami obrabotki (Ke stanovování činitele jasů povrchů s rovnoběžnými stopami po opracování) — *Gutorov M. M., Rumjanceva M. N.*

— Ob ocenke dejstvija izlučeniya na rastenie (O hodnocení účinnosti záření na rostliny) — *Perrase N. I.*, 15—16.

— K voprosu ob ocenke tekhnicheskogo urovnja konstrukcii novykh svetilnikov (K problému hodnocení technické úrovně konstrukcí nových svítidel) — *Kaplinskaja M. Ju.*, 16—17.

— Opyt ekspluatácii osvetitelnoj ustanovki gosudarstvennogo universalnogo magazina v Moskve (Zkušnosti s využíváním osvětlovacích zařízení městského obchodního domu v M.) — 17—19.

— Meždunarodnyj svetotekhnicheskij slovar (Mezinárodní světelné technický slovník — pokrač.) 19—21.

— Rasčet cilindričeskoj osveščennosti v poměščenijach obščestvennyh zdaniy (Výpočet válcového osvětlení ve společenských budovách) — *Epanešnikov M. M., Sidorova T. N.*, 21—23.

— K voprosu o cilindričeskoj osveščennosti (K problému válcového osvětlení) — *Krorring G. M.*, 25—26.

Svetotechnika (1971), č. 7

— Električeskoe osveščenie kompleksa zdaniy prospekta Kalinina v Moskve (Elektrické osvětlení skupiny budov na Kalininově prospektu v Moskvě) — *Berkman F. N., Perepelickij S. G., Ciperman L. A.*, 1—6.

— Reakcija zritelnoj kory mozga čeloveka na raspredelenie jarkosti v pole zrenija (Reakce zrakového centra — korové části — člověka na rozložení jasů v zorném poli) — *Iljanok V. A., Samsonova V. G.*, 6—8.

— Iskusstvennoe osveščenie sverdllovskogo lyžnogo tramplina (Umělé osvětlení sverdlovského lyžařského můstku) — *Bliznjuk A. A., Markina T. P.*, 8—11.

— Priamy osveščeniya kabin liftov (Způsoby osvětlení výtahových kabin) — *Kamenev S. Ju., Urbanskij A. I.*, 11—13.

— Razvitie uličnogo osveščeniya Leningrada. (Rozvoj uličního osvětlení v L.) — *Ševkopjasov P. M.*, 13—14.

— Svetovoe pole krugloj ploskoparallelnoj plastiny (Světelné pole kruhové planoparalelní desky) — *Pachomov I. I., Chorochorov A. M.*, 15.

— O projekte rekomendacij po klassifikacii i reglamentacii količestvennyh pokazatelej uličnyh osvetitelnyh ustanovok naselennyh mest (K návrhu doporučení pro hodnocení a úpravu kvantitativních ukazatelů uličních osvětlovacích zařízení v hustě osídlených městech) — *Vejs L. E., Korjašin O. G., Ostrovskij M. A.*, 16—18.

— Ekspluatácii osvetitelnyh ustanovok gostincy „Rossija“ (Využívání osvětlovacích zařízení v hotelu R.) — *Čataev G. K.*, 18—20.

— Opyt ekspluatácii osveščeniya besfonarnogo ceha (Zkušnosti s využíváním osvětlení výroben bez oken) — *Gersonskaja V. I., Knorring G. M., Sorokina V. N.*, 20—21.

— K voprosu osveščeniya dispečerskich punktov predpriyatij (K dotazu o osvětlení dispečerských center podniků) — *Kurilova L. N., Lavrišev V. A.*, 21—22.

— Rešenija rabočej komissii tekhnicheskogo soveta instituta Tjažpromlektroproekt (Výsledky činnosti technické komise institutu pro projektování zařízení v těžkém průmyslu) — *Kljuev S. A.*, 23—25.

— Sostojanie električeskogo osveščeniya promyšlennyh predpriyatij SŠA (Štáv elektrického osvětlování v průmyslu v USA) — *Volfkovič Ja. Je.*, 25—26.

— Rasčet ljuminiscentnogo osveščeniya s pomoščju krivyh odnositelnoj osveščennosti (Výpočet zářivkového osvětlení pomocí křivek poměrné intenzity ozáření) — *Maričev R. D.*, 28—29.

Svetotechnika (1971), č. 8

— Električeskoe osveščenie kompleksa zdaniy prospekta Kalinina v Moskve — pokrač. z čís. 7 (1971), 1—4.

— Električeskij razrjad v lampach nakalivaniya (Elektrický výboj v žárovkách) — *Koročkov V. N., Pljaskin P. V., Litvinov V. S.*, 4—6.

— Opredelenie ortogonalnyh projekcij svetovogo vektora ot gorizontavno respoložennogo prjamougolnika s nekosinusnym svetoraspredeleniem (Určení ortogonálních průmětů světelného vektoru od horizontálně umístěné pravoúhlé plošky s necosinovým rozložením svítivosti) — *Gutorov M. M., Nikitina E. A.*, 8—10.

— Obščee osveščenie cechov metallopokrytij priborostroitelnyh zavodov (Celkové osvětlení v halách závodů pro pokovování nástrojů) — *Faermark M. A., Vzovskaja T. M.*, 11—13.

— O dejstvii korotkovolnovogo ultrafioletovogo izlučeniya na galofosfanye ljuminofory (O působení krátkovlnného UV záření na halofosfátové luminofory) — *Kazankin O. N., Zimogljad L. S.*, 14—15.

— Zamečaniya po projektu norm uličnogo

osvětlení (Připomínky k návrhu normy pro uliční osvětlení) — *Charkeevič Ju. A.*, 21—22.

Svetotechnika (1971), č. 9

— Novye normy proektirovanija iskusstvennogo osveščenija (Nové normy pro navrhování umělého osvětlení) — 1—19.

— Zamečanja po projektu norm uličnogo osveščenija (Připomínky k návrhu normy pro uliční osvětlení) — *Krejnovič M. D.*, 24—25.

Vodosnabženie i sanitarnaja tehnika 1971, č. 5

— Osobennosti raboty mestnogo neavtonomnogo ežekcionnogo kondicioneravadodčika sovместno s termoregulatorom RTK-TK (Zvláštnosti činnosti indukční jednotky termoregulatoru RTK-TK) — *Kokorin O. Ja., Kuklik L. F.*, 23—27.

— Ob optimalnyh raschodach vozducha pri aktivnom ventilirovanii sočnogo rastitelnogo syrja (O optimálních spotřebách vzduchu při aktivním větrání šťavnatých rostlin) — *Žadan V. Z.*, 27—29.

— O dalnejšem soveršenstvovanii tehniki otopenija i teplosnabženija (O dalším zdokonalování techniky vytápění a zásobování teplem) — *Krasovskij B. M., Gluškov V. D.*, 29—32.

Vodosnabženie i sanitarnaja tehnika 1971, č. 6

— Vakuumnye deaeratory dlja otopitelno-proizvodstvennyh kotelných (Vakuové odvzdušňování průmyslových vytápěcích kotlů) — *Oliker I. I.*, 31—36.

— Opredelenie teplových charakteristik vodovodnyh podopodogrevatelej grafoanalitičeskim metodom (Stanovení tepelných charakteristik vodovodních ohřivačů vody grafoanalytickou metodou) — *Mostovoj G. A.*, 36—37.

Vodosnabženie i sanitarnaja tehnika 1971, č. 7

— O neobchodimosti ulučšenija kačestva topliva dlja teplosnabženija žiliščno-kommunalnogo fonda (O nutnosti zlepšení kvality topiva pro zásobování teplem bytového a občanského fondu) — *Žirnov N. I., Livčak I. F.*, 17—19.

— Rasčet sistem gazovogo infrakrasnogo otopenija životnovodčeskich pomeščenij (Výpočet systémů plynového infračerveného vytápění stájí) — *Nikitin N. I., Krylov Je. V.*, 19—22.

— Ocenka effektivnosti pileulovitelja, rabotajuščego s častičnoj recirkulaciej gaza (Hodnocení účinnosti odlučovače prachu, pracujícího s částečnou recirkulací plynu) — *Tarat E. Ja., Roščin B. I., Šelokov Ja. M.*, 22—24.

— Techniko-ekonomičeskaja ocenka različnyh variantov sistem ochlaždenija i kondicionirovanija vozducha v žilom zdanii (Technicko-ekonomické hodnocení různých způsobů chlazení a klimatizace vzduchu v obytné budově) — *Bystrov A. S., Nasonov Je. A., Legejdo S. M.*, 24—27.

— Rabota kaloriferných ustanovok v sistemach kruglogodičnogo kondicionirovanija (Činnost ohřivačů v systémech celoroční klimatizace) — *Grudinskij M. M., Livčak V. I.*, 27—31.

— Primenenie grafičeskich metodov rasčeta dlja opredelenija režimov raboty sistem promyšlennoj ventilacii (Použití grafických metod výpočtu stanovení režimu činnosti systémů průmyslového větrání) — *Dančenko F. I.*, aj., 31—36.

Vodosnabženie i sanitarnaja tehnika 1971, č. 8

— O rozdačech vozducha v cechach s teplovydelenijami (O rozdělení vzduchu v provozech s vývinem tepla) — *Sazonov E. B.*, 15—17.

— Raspredelenie koncentracii aerolozja v turbulentnom potoke (Rozdělení koncentrace aerosolu v turbulentním proudu) — *Padva V. Ju.*, 25—28.

— Issledovanie regeneracii netkanyh filtrujuščich materialov (Výzkum regenerace netkaných filtračních materiálů) — *Kulikov G. S., Bjalyj B. I., Chlebnikov Ju. P., Ševčenko V. D.*, 28—30.

— Eksperimentalnoe issledovanie dinamických svojstv centralnogo kondicionera (Experimentální výzkum dynamických vlastností klimatizační strojovny) — *Jakimenko G. S.*, 31—34.

— O primenenii čugunnoj armatury na teploprovodach (O používání litinové armatury u teplovodů) — *Dzeržkovič V. A.*, 34.

● Nová klimatizační jednotka fy Marlo

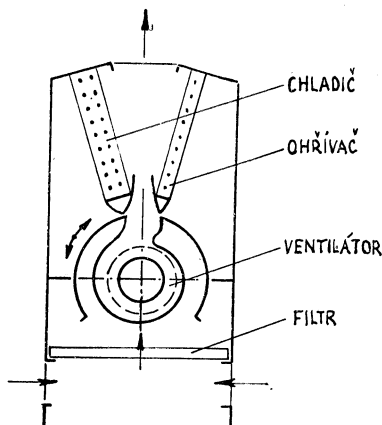
Fa Marlo Italiana uvedla na trh klimatizační jednotku typu „Fan-coil“ se dvěma výměníky pro čtyřtrubkové soustavy. Tato jednotka je založena na podobném principu jako indukční jednotka se dvěma výměníky (Twin-coil) doplněná radiálním ventilátorem s natáčenou spirální skříň. Regulace topného resp. chladičového výkonu je tím na straně vzduchu. Skříň se natáčí buď pneumaticky nebo elektricky a kromě toho je možná plynulá regulace otáček ventilátoru.

Natáčením skříně ventilátoru je možno nastavit dopravu vzduchu v jednotce buď přes některý z výměníků (ohříváč, chladič) nebo středem, mimo ně obtokem — viz *obr. 1*, popřípadě částečně přes výměník a částečně obtokem. Výměníky jsou do skříně volně zasunuty, takže je možné snadno změnit jejich polohu podle umístění přípojek vody.

(Ku)

(CCI 4/70)

Obr. 1.



● Topný olej bez síry

Výzkumné středisko britské firmy ESSO objevilo postup pro odsiřování topných olejů. Příslušné zařízení může být namontováno na stávající kotle, přičemž palivo je vstřikováváno do vápenné fluidní vrstvy, kde dochází k řadě komplikovaných reakcí. Tímto odsiřením topného oleje bylo dosaženo nejen významného přispěvku v boji proti znečištění ovzduší, ale také potlačena obávaná koroze spalovacího prostoru. Zatím ovšem tento proces přichází v úvahu jen u velkých zařízení, jako v teplárnách nebo elektrárnách.

(Ku)

(S + HT 4/71)

● Ochranná stěna proti hluku z dálnice

Poprvé v NSR bylo otevření nové městské čtvrti doplněno výstavbou zástěny proti dopravnímu hluku. Vytrvalá iniciativa občanů nového sídliště Kirchheim Teck pro 4 000 lidí, které bylo od r. 1961 do r. 1966 vybudováno jako vzorová stavba spolkové vlády, donutila příslušná místa učinit vhodná opatření proti hluku, při kterých náklady na výstavbu a dosažený účinek jsou ve vzájemném poměru.

Přímo na svahu proti dálnici byla vybudována zástěna 810 m celkové délky, která se skládá z dvoumetrové reflexní plochy z vlnitého polyesteru, zesíleného skelným vláknem. Zástěna nepůsobí na základě účinku pohlcování hluku, nýbrž na základě účinku odrazu. Zemní násep, který by měl stejné účinky, nebylo možno z místních důvodů zhotovit. Po vybudování stěny, která je nyní ve výstavbě, bude hluk z dálnice, podle zjištění Ústavu pro technickou fyziku, sotva poloviční než dříve. Výrobní náklady jsou asi 200 000 DM.

(Ra)

Wohnungsmedizin

ztv
I

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 15, číslo 1, 1972. Vydává Česká vědeckotechnická společnost, komitét pro techniku prostředí, v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Objednávky a předplatné přijímá PNS, admin. odbor. řádu, Jindřišská 14, Praha 1. Lze také objednat u každého poštovního úřadu nebo doručovatele. Cena jednoho čísla Kčs 8,—, roční předplatné Kčs 48,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)

Orders and subscriptions from abroad should be sent to ARTIA, Ve smecích 30, Praha 1, or to ACADEMIA, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Vodičkova 40, Praha 1. Annual subscription: Vol. 15, 1972 (6 issues) US \$ 8,30 or DM 28,—.

Toto číslo vyšlo v dubnu 1972.

© Academia, Praha 1972.