

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 — doc. Ing. I. Hrdina — Ing. L. Chalupský — doc. Ing. J. Chyský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubiček — Ing. Dr. M. Láziňovský — Ing. Dr. Z. Lenhart — doc. Ing. J. Lutovský — F. Máca — doc. Ing. Dr. J. Mikula — Ing. Dr. Němec, CSc. — Ing. V. Tůma, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, Praha 4

OBSAH

Ing. Dr. J. Cihelka:	Kapitoly z dějin vytápění — II. část Odtahy kouře a komíny	105
Doc. Ing. J. Smolík, CSc.:	Odlučování prachu vlivem turbulence	115
Jan Hlavica:	Výpočet tepelných ztrát budov na počítači MINSK 22	125
Ing. B. Jelen:	Studie o stavu klimatizace ve světě	135



CONTENTS

Ing. Dr. J. Cihelka:	Chapters of heating literature, 2nd part; Smoke exhaust and chimneys	105
Doc. Ing. J. Smolík, CSc.:	Dust separation by means of turbulence	115
Jan Hlavica:	Calculation of thermal losses in buildings by means of computer MINSK 22	125
Ing. B. Jelen:	Study of the state of world air conditioning	135

●

SOMMAIRE

Ing. Dr. J. Cihelka:	Chapitres de l'histoire du chauffage, 2e part; Tirages des fumées et cheminées	105
Doc. Ing. J. Smolík, CSc.:	Séparation des poussières due à la turbulence	115
Jan Hlavica:	Calcul des pertes calorifiques des bâtiments à l'aide du com- pteur MINSK 22	125
Ing. B. Jelen:	Etude de l'état de la climatisation au monde	135

●

INHALT

Ing. Dr. J. Cihelka:	Kapitel aus der Geschichte der Heizung, 2. Teil. Rauchabzüge und Schornsteine	105
Doc. Ing. J. Smolík, CSc.:	Staubabscheidung durch Turbulenz	115
Jan Hlavica:	Berechnung der Wärmeverluste in den Gebäuden mit Hilfe des Computers MINSK 22	125
Ing. B. Jelen:	Studie über den Stand der Klimatisation in der Welt	135

●

KAPITOLY Z DĚJIN VYTÁPĚNÍ – II. ČÁST ODTAHY KOUŘE A KOMÍNY

ING. DR. JAROMÍR CIHELKA

ČVUT, Praha

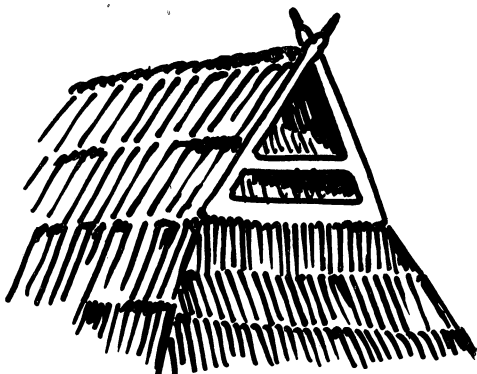
I. část — Otevřená ohniště a krby byla otištěna v ZTV 6/1968.

Recenzoval: Ing. Vladimír Bašus

1. VZNIK KOMÍNA A PŘEHLED JEHO VÝVOJE

Trvalo mnoho tisíciletí než člověk přenesl svoje primitivní ohniště z volných prostranství nebo z přírodních chráněných míst (např. z jeskyň) do uměle postavených příbytků, kterými nejprve byly jednoduché chýše z proutí a hlíny, později jednoprostorové přízemní domky bez půdního prostoru. Tyto jednoduché příbytky chránily člověka proti nepohodě počasí, tj. proti větru, dešti a sněhu, bylo je však nutno v zimním období vytápět. Kromě toho se v těchto příbytcích po celý rok na ohni připravovalo jídlo. Ohniště, které původně sloužilo současně k vaření i k vytápění, bylo zpravidla postaveno na nízké podezdívce z kamene a hlíny uprostřed místnosti. Kouř z ohniště se volně šířil do celé místnosti a velmi obtěžoval její obyvatele. Proto se člověk brzy začal starat o to, jak kouř z příbytku odvádět ven.

Nejdříve se kouř odváděl prostým otvorem buď ve vrcholu střechy nebo ve štítové stěně nahoře pod vrcholem (obr. 1). Nad otvorem ve střeše se zpravidla stavěly malé stříšky, které zabraňovaly vnikání deště a sněhu. První zmínky o této konstrukci kouřových odtahů jsou již ze 6. století n. l. Kouřové nástavce se stříškou byly později v některých zemích bohatě zdobeny a svým tvarem velmi připomínaly pozdější komíny (skutečné komíny to však ještě nebyly).¹⁾ Doklady o těchto kouřových nástavcích se dochovaly zejména v Anglii již ze 13. století. Měly tvar bohatě zdobených zděných věžiček (obr. 2) a nazývaly se *turret* nebo také *smoke-lower*. Ochranných stříšek (věžiček) nad kouřovými otvory ve střeše se používalo zejména u výstavných panských domů. U selských stavení na venkově sloužily k těmž

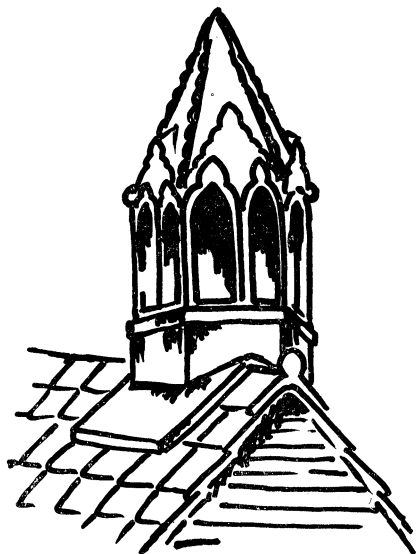


Obr. 1. Kouřový otvor ve štítové stěně.

¹⁾ Komín je definován jako svislý kanál vyzděný z ohnivzdorného materiálu a vyvedený až nad střechu domu.

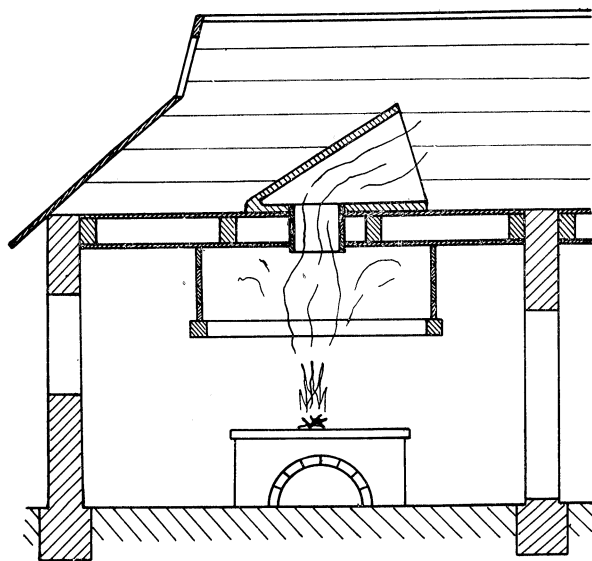
účelu kouřové klapky v otvoru; tyto klapky byly zpravidla ovládány zdola z místnosti s pomocí tyče.

Asi v 10. až 11. století se začal dřívější jednopodlažní a jednoprostorový dům měnit v jednopodlažní dům s půdním prostorem a později ve 12. až 13. století ve



Obr. 2. Kouřové nástavce se stříškou na anglických zděných domech ze 13. století.

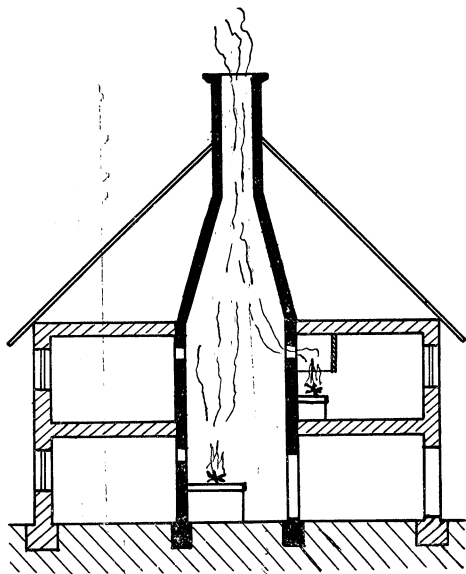
dvoupodlažní a pak i vícepodlažní dům s místnostmi nad sebou. Tím se ovšem podstatně změnilly podmínky pro odvádění kouře. Ve vícepodlažních domech se sice i nadále stavěla otevřená ohniště zpravidla uprostřed místnosti, kouř však již nebylo možno odvádět prostým otvorem ve střeše. Nad ohništěm se proto začaly budovat čtyřhranné nebo kuželovité stříšky — tzv. zachycovače kouře, ze kterých kouř odcházel kouřovým odtahem (kanálem) nahoru do půdního prostoru a odtud potom netěsnostmi ve střeše ven do ovzduší (obr. 3). Zachycovač kouře byl zpravidla zavěšen nad ohništěm tak vysoko, aby pod ním mohl stát člověk. Pro zhotovení zachycovačů se používalo velmi rozmanitého materiálu. Původně byly zachycovače upleteny z proutí nebo ze slámy a uvnitř byly vymazány hlinou (jílem). Později byly zhotovovány z prken a opět uvnitř vymazány hlinou. Odtah kouře na půdu byl ze stejného materiálu jako zachycovač. Odtahy bylo nutno podepřít masivním zděným podstavcem (nesměly být zavěšeny na trámech střešní konstrukce), aby v nich při sesednutí materiálu nevznikly trhliny, které by pak mohly být příčinou netěsností a popřípadě i požáru. V pozdější době se ve zděných domech stavěly zachycovače kouře a odtahy také z ohnivzdorného materiálu, tj. z kamene nebo z cihel. V tomto případě se zachycovače a odtahy kouře vyzdily na masivním dřevěném nebo kovovém rámu zapuštěném do zdiva nad ohništěm.



Obr. 3. Zachycovač kouře nad otevřeným ohništěm.

Procházel-li odtah kouře několika podlažními vznikl tzv. plášťový komín, který je znám ze středověkých hradů a panských sídel. Tento druh komínů se také vyskytuje u tzv. černých kuchyní, což jsou temné komory bez oken a bez stropu, které přecházejí směrem nahoru v odtah kouře, do něhož jsou zaústěny odtahy od jednotlivých ohnišť v místnostech sousedících s černou kuchyní (obr. 4). V černé kuchyni (ve vlastní komoře) bylo obvykle také umístěno ohniště, které sloužilo k vaření. Černých kuchyní se používalo i později (až do konce 18. století), kdy již byla otevřená ohniště nahrazena uzavřenými topeništi, tj. pokojovými kamny pro vytápění a kuchyňskými krby pro vaření. V tomto případě byla z černých kuchyní obsluhována jednotlivá topeniště v sousedících místnostech a do odtahu byl také sveden kouř od těchto topenišť.

Od zděného odtahu kouře vedl logicky vývoj ke skutečnému komínu, za který lze považovat svíslý kanál vyzděný z ohnivzdorného materiálu a vyvedený až nad střechu domu. Vývoj od odtahu kouře ke komínu souvisel ovšem také s vývojem ohnišť. Za komín se zpravidla považuje odtah kouře z uzavřených topenišť. Podle toho pak lze za první komíny považovat zděné svíslé kanály, kterými se odváděl



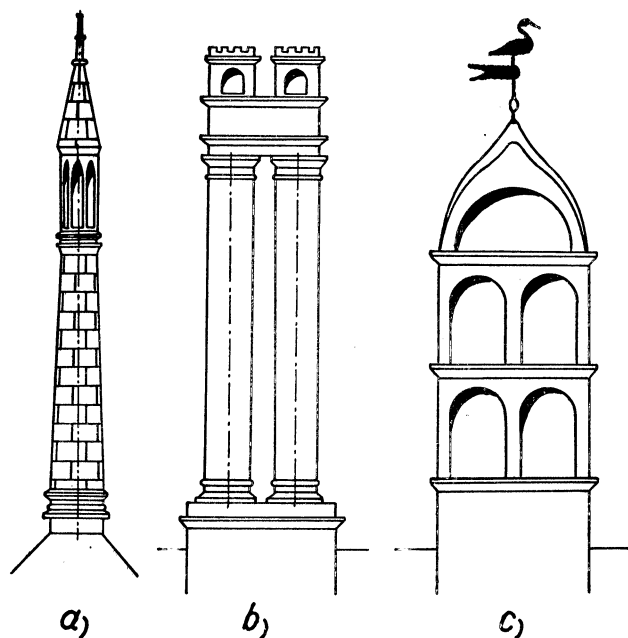
Obr. 4. Černá kuchyně s plášťovým komínem v dvoupodlažním selském domě.

kouř od krbů ve středověkých hradech a jiných zděných domech. První ojedinělé doklady o těchto komínech jsou již z 11. století. Častější doklady o komínech v různých evropských zemích však pocházejí až z 15. a 16. století. Z téže doby jsou také četné doklady o řemeslnících zabývajících se stavbou a údržbou komínů. Této činnosti se zejména věnovali vlašští potulní řemeslníci. Například do Prahy přišli v r. 1577 Matěj a Bartoloměj de Martini (Demartini) a jejich potomci zde působili jako kominíci nepřetržitě až do r. 1894. Ještě daleko starší jsou zprávy o vlašských válečných zajatcích, které přivedl do Prahy v r. 1331 Jan Lucemburský a kteří se zde věnovali stavbě kouřových odtahů ze dřeva a hlíny.

Až do konce 18. století se stavěly převážně tzv. široké komíny čtyřhraného nebo kruhového průřezu. Do těchto komínů byly, podobně jako do odtahů černých kuchyní, zaústěny odtahy od většího počtu topenišť. Teprve na konci 18. století vznikl také tzv. úzký komín určený pro odtah kouře od jediného topeniště. Celá první polovina 19. století pak byla vyplněna spory o to, zda je vhodnější široký nebo úzký komín. Nakonec ovládl pole komínů úzký, kterého se používá dodnes.²⁾

²⁾ V Praze bylo vládním dekretem z r. 1839 nařízeño stavět kruhové komíny (s kruhovým průřezem kanálu) o světlosti 6 až 9 pražských palců (asi 16 až 23 cm). To již byl typický úzký komín. Praha byla tedy v tomto směru velmi progresivní. Úzké komíny zde byly zavedeny mnohem dříve než v jiných evropských městech.

Vnější vzhled viditelné horní části komínů (nad střechou) byl v dřívějších dobách velmi rozmanitý. Pro staré stavitele a architekty byl komín nejen užitkovou částí domu, ale také jeho částí ozdobnou. Komín pomáhal vytvářet celkový architektonický vzhled domu. Jako doklad umělecké krásy starých komínů jsou podle dochovaných památek znázorněny na *obr. 5* komíny z doby gotiky, renesance a baroka.



Obr. 5. Různé tvary starých komínů a) gotický komín, b) renesanční komín, c) barokní komín.

Tyto příklady podávají svědectví o tom, že komíny byly dříve skutečnou ozdobou domu.

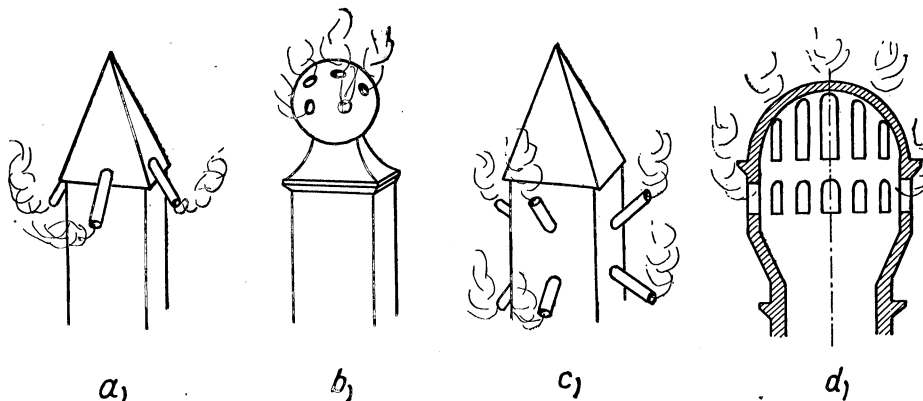
Naproti tomu moderní komíny se vyznačují přísnou strohostí tvaru. Dnešní architekti mají na zřeteli pouze funkci komína a zcela pomíjejí jeho vzhled. Komíny nejen nejsou již ozdobou domů, ale často je dokonce hyzdí.

2. ÚSILÍ O TECHNICKÉ ZLEPŠENÍ KOMÍNŮ

Poměrně brzy se poznalo, že na funkci dřevěných odtahů kouře i zděných komínů má velký a převážně nepříznivý vliv počasí — zejména vítr. Proto již v 15. a 16. století přemýšleli stavitelé komínů jak tento nedostatek odstranit a odvádění kouře učinit pokud možno nezávislé na větru. Nejprve byl poznán vliv ústí komína na účinek větru a proto se úsilí starých zlepšovatelů zaměřilo především na tuto část. Protože nebyla ještě známa fyzikální podstata tahu komína a zlepšovatelé se mohli opírat pouze o svoje praktické zkušenosti, byly návrhy často velmi fantastické a z hlediska dnešních poznatků vzbuzují úsměv. Za těchto okolností postupoval

vývoj komína jen velmi zvolna kupředu a ukončen byl vlastně až v 19. století, kdy teprve mohly být plně uplatněny poznatky z termomechaniky a aeromechaniky.

První z početné řady zlepšovatelů, kteří se zaměřili na úpravu ústí komína, byl italský stavitel *Leon Battista ALBERTI* (1404—1472), který zakryl ústí komína stříškou a pro odvádění kouře připojil krátkou dolů skloněnou trubku na každé



Obr. 6. Návrhy na zlepšení tahu komína úpravou jeho ústí a) Alberti, Itálie 1450, b) Serlio, Itálie 1500, c) Cardano, Itálie 1550, d) Delorme, Francie 1550.

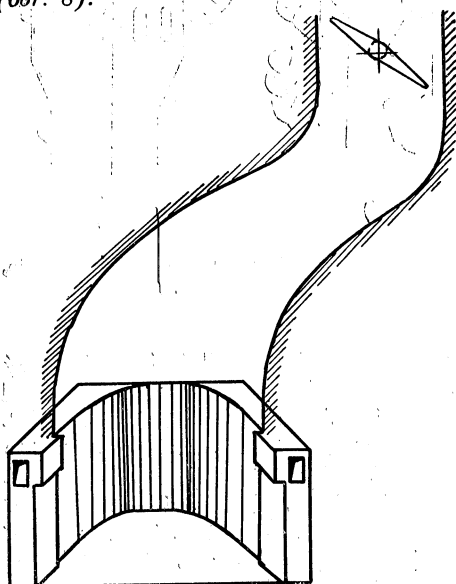
ze čtyř stran komína (obr. 6a). Velmi důmyslným způsobem řešil ústí komína jiný italský stavitel *SERLIO* (1475—1552), který ústí zúžil a nad otvor pak postavil dutou kouli s provrtanými otvory (obr. 6b). Další Ital matematik *Geronimo CARDAMO* (1501—1576) zakryl ústí komína stříškou podobně jako Alberti a do stěn komína zapustil na každé straně dvě keramické trubky (obr. 6c). Konečně francouzský stavitel *Philibert DELORME* (1510—1570) navrhl komínovou hlavici připomínající svojí funkcí známý vzduchotechnický prvek — větrací hlavici. Ústí komína upravil v mohutnou zděnou „lucernu“ (Laterne) s otvory na všech stranách (obr. 6d). Všechny popsané návrhy měly zajistit nezávislost funkce komína na směru větru. Z hlediska dnešních znalostí z aeromechaniky je nutno přiznat, že staří zlepšovatelé postupovali v principu zcela správně.

Druhá skupina zlepšovatelů, která časově navazuje na skupinu předešlou, se zabývala průřezem komína a dále otázkou, jak vést kouřový kanál od topeniště k ústí komínu. Tak například francouzský matematik *J. BESSON* navrhl v r. 1560 kouřový kanál střídavě měnící směr (cik-cak); věřil, že se tím zlepší tah komína. Jeho krajan *Louis SAVOT* doporučoval ve svém díle o architektuře z r. 1614, aby průřez komína odpovídal výšce domu a umístění komína na střeše (to byl již zřejmý pokus o vědecký přístup k řešení problému). Dále Savot požadoval, aby komín byl veden svisle a aby vnitřní povrch jeho stěn byl dokonale hladký. Další Francouz mnich *Jean BERNARD* zavrhoval v r. 1616 jakékoliv nástavce a stříšky nad ústím komínů a doporučoval rozšiřovat průřez kouřového kanálu směrem nahoru. To bylo zcela proti názoru tehdejších stavitelů a proto Bernard našel pro svoji myšlenku následovníky až teprve mnohem později.

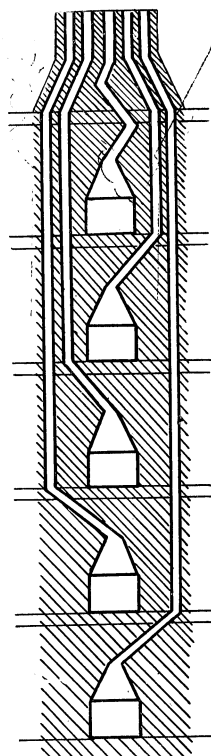
S pomocí matematického výpočtu určil tvar komína Francouz *N. GAUGER*. V r. 1713 navrhl svůj známý parabolický krb (viz Kapitoly z dějin vytápění —

část), který přecházel v odtah zakřivený také podle paraboly (obr. 7); opět věřil, že se tímto způsobem zlepší tah.

Zcela ve smyslu moderních názorů navrhoval komíny anglický stavitel **Robert CLAVERING**, který v r. 1779 požadoval stavět komíny z kvalitního materiálu (předtím se často používalo ke stavbě komínů i sádry) a provádět jejich stavbu velmi pečlivě. Komín měl stoupat svisle, nezbytné přechody a změny směru měly být pozvolné a se zaoblenými hranami, povrch stěn kanálu měl být hladký. Pro pětipodlažní dům navrhl komín tak, aby každé topeniště mělo samostatný odtah (obr. 8).



Obr. 7. Parabolicky zakřivený odtah kouře podle Gaugera (1713).



Obr. 8. Komín podle Claveringa (1780).

Jmenovaní zlepšovatelé komínů neměli většinou ani zdání o skutečných fyzikálních základech hoření a proudění tekutin a proto také nedovedli vysvětlit příčiny častého selhání funkce komína. Přesto přineslo jejich úsilí mnohé dobré výsledky. Jejich zásluhou byl pro stavbu komínů požadován kvalitní a trvanlivý materiál, pečlivé řemeslné provedení, vymazání spár ve zdivu kouřového kanálu maltou atd. Jejich doporučení byla většinou pojata do úředních stavebních předpisů a z jejich iniciativy byl zaváděn stavební dozor (viz odst. 3). Nakonec převládl názor, že nejvýhodnější je kruhový průřez kouřového kanálu, stejný zdola až nahoru, že komín má stoupat svisle a že ústí komína nemá být zakryto žádným nástavcem nebo stříškou.

Na konci 18. stol. nastal ve vývoji komínů kvalitativní zvrat. Tehdy začali jako první navrhovat komíny podle přesných vědeckých poznatků americký fyzik a politik **Benjamin FRANKLIN** a francouzský fyzik **CLAVELIN**. Franklin prováděl v r.

1785 první pokusy s odtahem kouře. Objasnil při tom fyzikální zákony tahu komína, vysvětlil příčiny některých závad ve funkci komína a navrhl jak tyto závady odstranit. Poznal, že tah vzniká vlivem rozdílu měrných vah spalin a okolního vzduchu při rozdílu teplot obou těchto plynů. Podle toho pak také usoudil, že nejčastější příčiny špatného tahu jsou nedostatečný přívod vzduchu do topeniště, příliš velký průřez komína, nedostatečná výška komína a nevhodné umístění komína na střeše.

Ve stejném roce jako Franklin uveřejnil Clavelin svoji práci o vzájemném působení vzduchu a kouře a o chování sloupce kouře v komíně. Z výsledků svých pozorování odvodil požadavky na průřezy otvorů v topeništi pro přívod spalovacího vzduchu a pro odvod kouře a dále požadavky na průřez komína. Na rozdíl od tehdy převládajícího mínění považoval Clavelin za nejvýhodnější komín s průřezem zužujícím se směrem nahoru a dále považoval za neúčinné a proto i zbytečné nástavce a stříšky nad ústím komínů.

Franklinem a Clavelinem vyvrcholilo úsilí dřívějších zlepšovatelů komínů. Oba tito autoři také položili základ moderním vědeckým poznatkům o komínech. Další autoři v 19. a 20. století vlastně již jen zpřesňovali a doplňovali poznatky Franklina a Clavelina tak, jak jim to umožňoval rozvoj vědy a techniky a vzrůstající možnosti experimentálního výzkumu.

Na počátku 19. století také vyvrcholil spor mezi zastánci širokých a úzkých komínů. Nakonec se dospělo k závěru, že úzké komíny mají výhodnější tahové vlastnosti a nezabírají v domě tolik místa, avšak mohou být používány pouze u domů s tvrdou (nehořlavou) krytinou střech. U domů s měkkou (hořlavou) krytinou je nutno i nadále používat širokých komínů. Protože však postupem času zcela převládla nehořlavá krytina, převládá ve druhé polovině 19. stol. také úzký komín.

3. STAVEBNÍ A PROTIPOŽÁRNÍ PŘEDPISY O KOMÍNECH

Středověká evropská města byla z hlediska protipožární bezpečnosti velmi nevhodně umístěna a stavěna. Ulice byly zpravidla úzké a křivolaké, města byla často vklíněna do hlubokých údolí. Mnohá i poměrně velká města měla ještě dlouho do novověku (často až do minulého století) vesnický charakter. Domy byly většinou dřevěné a vesměs (tj. i nečetné zděné domy) byly až do 17. stol. kryty hořlavým materiálem — slaměnými došky nebo dřevěnými šindeli. Výstavba celých měst a také provádění staveb bylo ponecháno na libovůli obyvatel. Neexistovaly žádné stavební předpisy, nebyl prováděn stavební dozor. To vedlo často k používání snadno dostupného, ale hořlavého materiálu (dřeva, rákosu a slámy), k neodbornému a nepečlivému provádění stavby a také k nekázní při obsluze ohně. Všechny tyto okolnosti pak byly příčinou častých a zhoubných požárů městských čtvrtí a celých měst.

Brzy se poznalo, že proti nebezpečí požáru je nutno bojovat kolektivními opatřeními nucenými obyvatelstvu úředními nařízeními. Tak již od 11. století vydávali v západní a jižní Evropě šlechtici svým poddaným městům různé dílčí protipožární předpisy, v nichž se přihlíželo zejména k provedení odtahu kouře. Postupem času se tyto předpisy zpřesňovaly a místně diferencovaly, tj. byly jiné pro města s velkým počtem řemeslníků používajících při práci ohně, jiné pro města se zemědělskými usedlostmi a opět jiné pro vesnice. Předepisován byl především materiál a stavební provedení odtahů kouře, chyběla však jakákoliv zmínka o hlavní funkci odtahu — vyvodit tah potřebný jak k odvádění kouře, tak také k nasávání vzduchu do tope-

niště. Tato funkce odtahu (komína) nebyla tehdy ještě známa. Průřez odtahu byl zpravidla předepisován tak velký, aby jím mohl prolést dospělý člověk a mohl ho opravovat i uvnitř. Například nařízení o protipožární ochraně vydané v Praze v r. 1755 povolovalo pouze zděné komíny o světlosti nejméně 18 pražských palců (asi 46 cm).

Až do 19. století byly prakticky všude v Evropě zakazovány úzké komíny, kterými nebylo možno prolézt. Široké komíny měly malý tah a proto u nich nehrozilo v takové míře jako u komínů úzkých nebezpečí vylétávání jisker z topeniště do venkovního ovzduší. Z tohoto důvodu byla také širokým komínům dávána přednost především u domů s hořlavou krytinou střechy.

Velmi se také dbalo ve starých stavebních a protipožárních předpisech na pečlivé řemeslné provedení odtahů a komínů. Často se města snažila zajistit pečlivé provedení tím, že povolovala stavět komíny jen místním řemeslníkům. Jedině tyto řemeslníci také směli provádět pravidelný dozor nad stavem komínů a v případě potřeby je i opravovat. Tím mělo být zabráněno neodbornému provádění komínů. Neodborné provedení však nebylo vždy jen z viny řemeslníků, ale často bylo zaviněno stavebníkem, který se snažil postavit dům co nejlaciněji. Neodborné provedení komínů a nedbalá obsluha ohnišť pak ohrožovaly celá města a vesnice nebezpečím požáru. Nápravu mohla přinést pouze policejní protipožární nařízení, která nejen předepisovala jak komín z hlediska protipožární ochrany postavit, ale také současně vyhlášovala tresty při prokázání vině stavitele nebo vlastníka domu na vzniku požáru. Protože největším nebezpečím byly dřevěné odtahy kouře, nedostatečně uvnitř vymazané hlínou, byl již od 15. stol. ve všech protipožárních předpisech uváděn jako první a hlavní požadavek ohnivzdorný odtah a později dokonce zděný komín. Přes vyhlášené přísné tresty pro viníky, byly často tyto předpisy obcházeny, zejména v chudých městských čtvrtích a na venkově, kde se převážně stavěly dřevěné domy.

Smutné zkušenosti s nedodržováním protipožárních předpisů vedly v mnohých evropských městech ke zřízení pravidelného protipožárního dozoru. Kromě veřejného (úředního) dozoru prováděného městskými orgány, prováděli často dozor i řemeslníci, kteří komíny stavěli (tj. zedníci, tesaři a kominíci) a kteří byli podle předpisů zodpovědní za škody, které by mohly vzniknout vinou vadných komínů. Tito řemeslníci zpravidla dvakrát až čtyřikrát ročně prohlédli topeniště a odtahy, hlásili městským úřadům zjištěné závady a sami je pak také odstraňovali. V Praze byly zřizovány protipožární komise, ve kterých byli zastoupeni i odborníci — zedník, tesař a kominík, od r. 1755. Tyto komise dvakrát ročně prohlédly všechna topeniště a komíny ve městě. Od r. 1833 byly tyto prohlídky zavedeny ve všech městech v Čechách a od r. 1834 byla tato preventivní protipožární ochrana ještě dále zpřísněna — prohlídky byly potom povinné.

Velkým nebezpečím u starých ohnišť a topenišť, ve kterých se spalovalo převážně dříví, bylo vznícení sazí v komíně. Proti tomu se doporučovala řada preventivních a ochranných opatření. Například se doporučovalo:

- Zapálit na ohništi síru, kuchyňskou sůl, peří nebo střelný prach. Účelem tohoto opatření bylo uhasit vzniklý oheň kouřem a plyny vyvinutými při hoření lehce spalitelných a výbušných látek.
- Vystřelit do komína z pistole (výbuchem se uvolnily saze ze stěn a spadly dolů do ohniště, kde pak neškodně dohořely).

- Nechat komínem proletět husu (účel tohoto opatření měl být stejný jako v předešlém případě).
- Vystříkat komín vodou (to je sice obvyklý způsob hašení ohně, v daném případě je však proveditelný jen s velkými obtížemi).
- Přikrýt otvor odtahu kouře (komína) vlhkým senem, hnojem nebo vlhkými kůžemi (účelem bylo udusit oheň v komíně). Všeobecně se také doporučovalo uzavřít při vznícení sazí v komíně kouřovou klapku.

Největším viníkem požárů však byl ve všech dobách člověk. Jeho někdy až nepředstavitelná nepořádnost a lehkomyšlnost při zacházení s ohněm a světlem byla a dosud stále je nejčastější příčinou požárů i při sebelépe míněných předpisech a nařízeních. Nejčastěji vznikaly požáry při různých příležitostech, když se ve městech shromáždilo velké množství cizích lidí (především ve válce a dále také při výročních trzích, poutích atd.), kteří si často v rozjařené náladě počínali zvláště lehkomyšlně.

Ani dobře míněné úřední předpisy a nařízení nemohly ovšem zabránit, aby se ještě dlouho do moderní doby (prakticky až do konce minulého století) neudržely v evropských městech a vesnicích topeniště a komíny nevyhovující známým požadavkům protipožární ochrany. Například ještě v době sedmileté války na konci 18. století bylo nutno v zemích, kde probíhaly boje, znovu úředně zakazovat dřevěné odtahy, které již byly mnohokrát předtím přísně zakázány. Teprve v poslední době (prakticky až v nynějším století), kdy se zděný dům stal ve městech i na vesnicích samozřejmostí a kdy také střechy jsou pokrývány výhradně nehořlavým materiálem, se stalo také samozřejmostí důsledné dodržování všech protipožárních předpisů. Komín je nyní považován za důležitou a nezbytnou část domu s lokálními topeništi. Přitom se prakticky všude prosadil výhodnější úzký komín, kterému dříve byla dávana přednost jen u domů s nehořlavou krytinou střechy (viz odst. 1 a 2).

● Klimatizace ve výškové budově

V Pittsburgu (USA) se staví 64poschodová budova americké ocelářské společnosti US Steel Corporation, která bude klimatizována.

Tři turbokompresory s celkovým chladicím výkonem 25 miliónů kcal/h a 30 000 indukčních jednotek mají zajistit správnou pohodu prostředí.

Rekordní počet jednotek umožňuje jednotné rozdělení prostoru místností a individuální řízení teploty v každé místnosti.

Ve vnějších pásmech jsou umístěny indukční jednotky pod okny, vnitřní prostory jsou chlazeny stropním systémem s automatickým řízením.

Trojúhelníková budova, která má být hotova na jaře 1970, má mít celkem 4 000 m² plochy v jednom poschodí a má být druhou největší administrativní budovou na světě.

Klimatizační stroje budou umístěny v prostorách u vstupní haly, ve 3. a 34. poschodí, jakož i v nejhořejších dvou patrech.

Klimatizaci dodává firma Carrier Air-conditioning Co.

Klimatizace 7/68

(Je)

● Průzkum působení různého průmyslového hluku

Ve třech dílnách maďarského závodu Ganz-Mávag byla čtyři roky zkoumána vyšší intenzita hluku. Bylo zjištěno, že při stejném spektru impulsního hluku bylo vyvoláno silnější poškození sluchu než při hluku nepřetržitém. Podle názoru výzkumných pracovníků, může se ucho lépe přizpůsobit nepřetržitému hluku než hluku impulsnímu. Použití individuálních prostředků na ochranu sluchu může při nepřetržitém hluku poskytovat dostačující ochranu, v případě hluku s impulsním charakterem však nikoliv.

Munkavédelem

(Ra)

● Základy teorie filtrace v aerodispersních systémech a reálné ultrafiltry

(K. Spurný, *Fortschritt — Ber.* 1967, Nr. 17)

Práce přináší v šesti kapitolách přehled o dnešním stavu poznatků ve filtraci aerosolů vláknitými a membránovými filtry se zřetelem na možnosti použití teoretických výsledků při zkoušení a výrobě vysokoúčinných filtrů.

Zatímco první kapitola pojednává o přirozených a průmyslových polétavých částicích ve vzduchu, je druhá část věnována základům filtrace plynů. Pod pojmem ultrafiltrace je nutno rozumět odloučení částic o průměru 10^{-7} — 10^{-4} cm. Částice větší mohou být zachyceny filtrace, menší dialysou. Proces filtrace dělí autor na 5 hlavních fází: strukturu filtru, hydrodynamiku proudění plynu filtrem, mechanismus odlučování dispersních částic, působení výměny částice s povrchem filtračního elementu a kinetiku filtrace.

Podle struktury porézních látek jsou filtry rozděleny na vláknité, porézní a zrnité.

Základními parametry jsou odlučivost E a tlakový spád Δp [$E = f(\Delta p)$]. Filtr je nejlepší kvality K_v , vykazuje-li největší odlučivost při nejnižším tlakovém spádu a u něhož se obě tyto veličiny během filtrace jen málo mění $K_v = f(E, \Delta p, t)$.

Ve třetí kapitole jde o filtrační teorii vláknitých filtrů. Mechanismy, kterými jsou částice přiváděny na povrch vlákna, jsou:

- difúze,
- síťový účinek,
- odlučování setrvačností,
- odlučování sedimentací,
- odlučování elektrostatickými silami,
- odlučování molekulárními silami.

Po popisu vztahů mezi Δp a ostatními fyzikálními veličinami jsou vypočítány frakční odlučivosti síťovým účinkem a difúzí pro filtrace aerosolů.

Čtvrtá kapitola se zabývá filtračními vlastnostmi membránového filtru. Odlučivost je dána jako funkce difúzního a impakčního usazování částic. Rozdíly mezi teoretickými a experimentálními výsledky jsou způsobeny především idealizací struktury membránového filtru (kapilární model) a vlivem dalších mechanismů (přímé zachycování, elektrostatické síly atd.).

Pátá kapitola pojednává o reálných aerosolových filtrech. Vedle veličiny Δp je filtr určen především ještě koeficientem průniku P_F a koeficientem kvality K_v

$$P_F = 1 - E, \quad K_v = \frac{-\log P_F}{\Delta p_{760}}, \quad \text{kde } \Delta p_{760}$$

je tlakový spád při tlaku 1 at.

Exaktní teoretické odvození pro celkovou odlučivost dosud chybí. Pouze znalost jednotlivých mechanismů dovoluje několik závěrů pro praktickou filtrace: Charakteristiky filtrů $E = f(r)$, $E = f(R_v)$, $E = f(L)$ atd. (kde r — poloměr částice aerosolu, R_v — poloměr vlákna, L — tloušťka filtru), mohou být získány jednak teoreticky analýsou rovnice pro odlučivost, jednak experimentálním měřením. Mimoto jsou popsány různé způsoby zkoušení filtračních materiálů. K soustavné kontrole filtrů se hodí zvláště optické a mikrochemické metody.

V 6. kapitole je uveden výhled na další vývoj teorie filtrace.

(Je)

● Zářivky s barvou světla zárovek

Firma PHILIPS Holandsko (Light and Lighting 1967/XI) zavedla a v průběhu minulého roku rozšířila výrobu nového zdroje, zářivky SOFTONE. Je to poslední vývojový typ (typ 27) v řadě „SUPER de LUXE“. Má téměř „žárovkové“ barevné podání — teplota barvy blízko 2 800 °K — dosahované dvěma vrstvami luminoforu odlišného složení.

Vyrábějí se: 20 W/600 lm; 40W/1 600 lm; 65W/2 400 lm; 80W/2 550 lm.

(LCH)

● Obtěžování hlukem je trestné

Tuto právní zásadu vyzdvihl obvodový soud v Mnichově v rozsudku proti jednomu mnichovskému podnikateli. Nechal jednoho všedního dne v 5,30 nakládat nákladní auto. Hluk, který tím vznikl, vytrhl více obyvatelů jednoho domu ze spánku. Ti podali trestní oznámení. Podnikatel dostal od obvodního soudu za „způsobení rušivého hluku“ peněžitou pokutu 200 DM.

Frankfurter Allgemeine

(Ra)

● Při hluku jen poloviční hotelové ceny

Každý návštěvník přímořských lázní má nárok na klid a zotavení a je oprávněn nezaplatit plně sjednanou cenu za pokoj v hotelu, neodpovídá-li jeho pobyt předpokladům. První civilní komora zemského soudu ve Flensburgu potvrdila v jednom rozsudku jako přiměřený výrok obvodového soudu. V první instanci tento soud rozhodl, že host v takovém případě zaplatí jen 20 % nájemného. Flensburgská komora stanovila nyní pevné obnos na 50 %.

Frankfurter Rundschau

(Ra)

ODLUČOVÁNÍ PRACHU VLIVEM TURBULENCE

DOC. ING. JAN SMOLÍK, CSc.

ČVUT, Praha

Článek podává přehled o teoriích odlučování prachu vlivem turbulence, vypracovaných různými autory a obsahuje kritické zhodnocení těchto teorií na základě experimentálních výsledků uvedených v literatuře. Na základě současných poznatků se doporučuje zatím vycházet ze vztahů Friedlander—Johnstonových, které jsou experimentálním hodnotám nejbliže. Dále je popsána autorem navržená speciální zkušební trať.

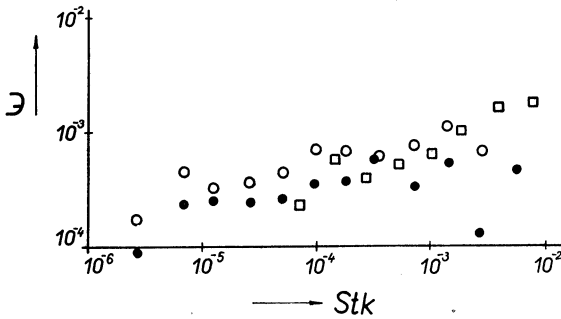
Recenzoval: Doc. Ing. Dr. L. Opll, CSc.

1. ÚVOD

Ve vzduchotechnických zařízeních dochází k odlučování prachu na stěnách kanálů nebo na obtékaných elementech vlivem rozmanitých sil a vytvářena vrstva prachu má v některých případech pozitivní, někdy však i negativní význam. Pozitivní význam má většinou v odlučovacích zařízeních, kde jde o vázání prachu na odlučovací plochy s přetržitým odvodem zachycovaného prachu anebo v případech, kdy se prach váže na povrch skrápěcí tekutiny kontinuálně odvádějící zachycený prach. Příkladem negativního vlivu odloučeného prachu ve vzduchotechnických zařízeních je např. zanášení vzduchovodů a kouřovodů a tím jednak vzrůst tlakové ztráty, jednak možnost vzniku havarijního stavu (vzrůst radioaktivity, vzrůst váhy potrubí, vznik výbušného prostředí). Jiným příkladem jsou změny výkonových parametrů vzduchotechnických elementů; tak např. zanášení teplosměnných ploch snižuje výkon výměníků, nánosy na lopatkách ventilátoru snižují účinnost ventilátoru a mohou způsobit i jeho havárii anebo konečně nánosy v proudových přístrojích negativně ovlivňují jejich charakteristiky. V řadě dalších případů má vytváření nánosů negativní vliv na provozní spolehlivost i správnou funkci některých zařízení, jako je tomu zejména v potrubních soustavách pneumatické dopravy a větrných třídících prašných materiálů.

Z uvedených příkladů vyplývá obecný význam tvorby prachové vrstvy ve vzduchotechnických zařízeních. Způsoby, jakými se tyto vrstvy vytvářejí, závisí na silách působících na částice prachu, které jsou v podstatě dány účinky aerodynamickými, molekulárními, elektrostatickými, gravitačními na straně jedné a setrvačností, povrchovými vlastnostmi částic respektive stěn na straně druhé. Tvorba nánosů je dána spolupůsobením sil, které částice prachu přivádějí na obtékaný povrch a sil, které částice odloučené s povrchu strhávají. Je to proces, který probíhá v těsné blízkosti obtékaného tělesa, v tzv. mezní vrstvě, a který je relativně dobře prozkoumán v případech laminárního obtékání těles. Dosavadní poznatky lze úspěšně použít ke stanovení tvorby nánosů na tzv. návětrné části obtékaných těles, nemohou však být využity k určení tvorby nánosů na závětrných plochách ležících v úplavu, kde prach je odlučován účinkem turbulence proudu. Podobně v potrubích turbulentně protékaných vzniká na stěnách nános, který nelze vyložit na podkladě gravitačních, difuzních či jiných vnějších sil, a který má původ v turbulenci mezní vrstvy. Nedoostatek základních poznatků v této oblasti byl podnětem k pracem, o kterých je v dalším pojednáváno.

Literární prameny zabývající se vlivem turbulence na odlučování prachu v kanálech a na tělesech jsou skrovné, avšak zdůrazňují jeho význam a poskytují některé informace základního významu. Ve stručném výčtu je vhodné připomenout práce *Rumpfa* [1], který prováděl pokusy s tvorbou mletého vápence na stěnách turbulentně obtékaných, *Alexandera a Coldrena* [2], kteří sledovali zachycování vodních kapek na stěnách potrubí a *Daviese* [3], který se zabýval vlivem turbulence na odlučování prachu na válci, respektive hranolu. Nejpodrobnější analýzy odlučování prachu vlivem turbulence na stěnách kanálů podali *Friedlander a Johnstone* [4],



Obr. 1. □ ... hranol,
● ... válec při nízké intenzitě turbulence,
○ ... válec při vysoké intenzitě turbulence,
̷ ... odlučivost,
Stk ... parametr impakce.

nezávisle na nich později *Owen* [5] při použití experimentálních prací *Dawese a Slacka* [6]. Teoretický rozbor a kritiku předchozích prací k dané problematice předložil v poslední době *Davies* [7], [8].

Pro ilustraci intenzity odlučování prachu vlivem turbulence poslouží snad nejlépe data uváděná *Daviesem* [3], která jsou graficky znázorněná v obr. 1. Odlučivost $\bar{\omega}$ (vyjádřená jako podíl hustoty toku částic odlučovaných k hustotě toku částic v nabíhajícímu proudu) na závětrné straně obtékaných válců či hranolů leží řádově mezi hodnotami 10^{-4} až

10^{-3} . Při růstu parametru impakce *Stk* vzrůstá odlučivost zvolna. Výraznější rozdíly v odlučivosti jsou způsobené vzrůstem turbulence, což je patrné z hodnot vyznačených kroužkem — odpovídajících vyšší turbulenci a hodnot vyznačených hranou kroužkem — pro nižší turbulenci proudu.

V reálných případech tvorby nánosů uplatňují se různé pochody souběžně a jejich analýza neposkytuje možnost získání poznatků základního významu. Účelnější je provádět analýzy experimentů umožňujících sledovat tvorbu nánosů ve zjednodušených podmínkách a k tomu účelu byl zvolen případ izotermního průtoku přímým obdélníkovým kanálem. Toto zjednodušení mělo za cíl vyloučit takové způsoby tvorby nánosů, které by se superponovaly na účinky turbulence proudu, jejichž vliv na odlučování byl sledován.

Předtím než bude proveden rozbor vlivu turbulence na odlučování prachu v mezní vrstvě je účelné diskutovat způsoby, jakými se prach může dopravit na obtékanou stěnu. Vzhledem ke koncentračnímu gradientu v laminární podvrstvě to může být v první řadě tepelná difúze, která dopravuje prach na stěnu. Difúzivita prachu s rostoucí velikostí klesá a tím klesá i hustota difúzního toku, takže pro částice větší než $1 \mu\text{m}$ ztrácí difúze ve srovnání s ostatními způsoby odlučování na významu. V laminární podvrstvě může existovat i teplotní gradient a z něho plynoucí termoforéza, tj. pohyb prachu směrem k ochlazeným stěnám. Při malých teplotních rozdílech mezi stěnou a jádrem plynu, řádově ve stupních, je vliv termoforézy na odlučování prachu rovněž nevýznamný. Nepůsobí-li v mezní vrstvě vnější pole ať už gravitační či elektrostatické, pohybují se částice prachu ve směru ke stěnám setrvačností, podmíněnou buď zakřivením proudnic anebo podružnými složkami rychlostí plynu, tj. turbulencí.

Ve vzduchotechnických zařízeních převládají prakticky případy turbulentního průtoku a zrnitost unášeného prachu leží zpravidla v oblasti jemně disperzních částic, tj. mezi 1 až 30 μm , takže při tvorbě nánosů se významně uplatní podružné složky rychlostí v mezních vrstvách. Proto byly práce studijní i experimentální zaměřeny na jemně disperzní částice a jejich odlučování vlivem turbulence. V dalších kapitolách je pojednáno o výsledcích těchto prací a stručně podány hlavní myšlenky teoretických rozborů publikovaných v literatuře.

2. TEORETICKÉ ÚVAHY

Přímé sledování odlučovacího pochodu v mezní vrstvě je při užití běžného přístrojového vybavení vyloučené a teoretické vývody vycházejí spíše z představ o možném pohybu prachu v této oblasti. Tato okolnost je též příčinou nejednotnosti teorií různých autorů, jejichž platnost je ověřována nepřímo z intenzity odlučování částic na stěnách, a které nemohou oprávněnost výchozích předpokladů podložit přímým pozorováním pohybu prachu. V této kapitole budou uvedeny základní myšlenky teorií dříve citovaných autorů a výsledné výrazy určující intenzitu odlučování vlivem turbulence při průtoku potrubím.

Friedlander a Johnstone [4] vycházejí z představy, že částice prachu difundují mezní vrstvou do jisté odlehlosti s , odkud jejich další pohyb ke stěně je dán setrvačností. Uvažují, že částice v odlehlosti s mají rychlost shodnou s podružnou složkou rychlosti proudu v'_y na hranici mezní vrstvy. Podružná složka v_y je vzata jako 0,9 násobek třetí rychlosti v_τ definované vztahem

$$v_\tau = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$$

a odlehlost s je pak odvozována jako délka setrvačného dobehu částice, tj. vzdálenost, kterou je schopna částice pohybující se rychlostí v'_y urazit v klidném prostředí. Pro difúzivitu částic používají tito autoři vztahy uváděné *Linem, Putnamem a Moultonem* [9]. Integraci diferenciální rovnice difúze řeší s následujícími podmínkami: a) v odlehlosti s je koncentrace částic prachu nulová, b) vně mezní vrstvy platí *Reynoldsova* analogie pro přenos hmoty. Vlastní řešení je zaměřené na určení hustoty toku částic odlučovaných na stěnu, které lze upravit do bezrozměrného tvaru. Vzhledem k tomu, že difúzivita je vyjadřována různými interpolačními výrazy, a to v závislosti na odlehlosti od stěny, vyplývají i pro hustoty toku částic odlišné výrazy. Tak pro $s_+ < 5$ platí

$$St_m = \frac{\lambda/8}{1 + \sqrt{\lambda/8} \left(\frac{1525}{s_+^2} - 50,6 \right)} \quad \text{kde } s_+ = \frac{\tau v'_y v_\tau}{\nu}$$

Pro oblast $s_+ \in (5; 30)$ vyplývá

$$St_m = \frac{\lambda/8}{1 + \sqrt{\lambda/8} \left[5 \ln \left(\frac{5,04}{s_+/5 - 0,959} \right) - 13,73 \right]}$$

a konečně pro $s_+ > 30$, kde přenos částic je uvažován ve shodě s Reynoldsovou analogií

$$St_m = \lambda/8$$

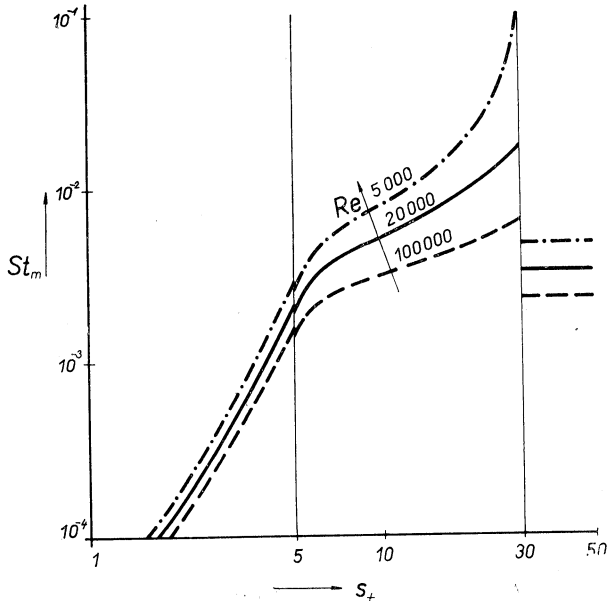
Grafické znázornění výsledných vztahů pro Stantonova čísla je na obr. 2 pro tři hodnoty λ resp. tři Reynoldsova čísla charakterizující průtok uvažovaným potrubím.

Owen [5] vychází z předpokladů velmi blízkých úvahám Friedlander—Johnstonovým. Uvažuje, že částice difundují do jisté odlehlosti od stěny h a odtud dále se pohybují ke stěně vlivem setrvačnosti. Podstatnou zvláštností Owenovy teorie je jednak to, že koncentrace v místě h je předmětem řešení diferenciální rovnice difúze, jednak to, že hustota toku částic na stěnu je určována z poměrného počtu částic prachu, jejichž rychlost v místě h přesahuje určitou mez a předpokládá Gaußovo rozložení četnosti podružných složek rychlostí v tomto místě. Jeho řešení je obecnější v tom, že zahrnuje vliv gravitace. Výsledný vztah pro Stantonovo číslo pro vertikální stěny má tvar

$$St_m = \sqrt{\lambda/8} \left[\frac{608}{\beta^2} - 8,14 + 0,714 \frac{v_0}{v_\tau} \right]^{-1}$$

kde β je bezrozměrná veličina odpovídající odlehlosti h , která podle Owenových představ je řádově rovna jednotce.

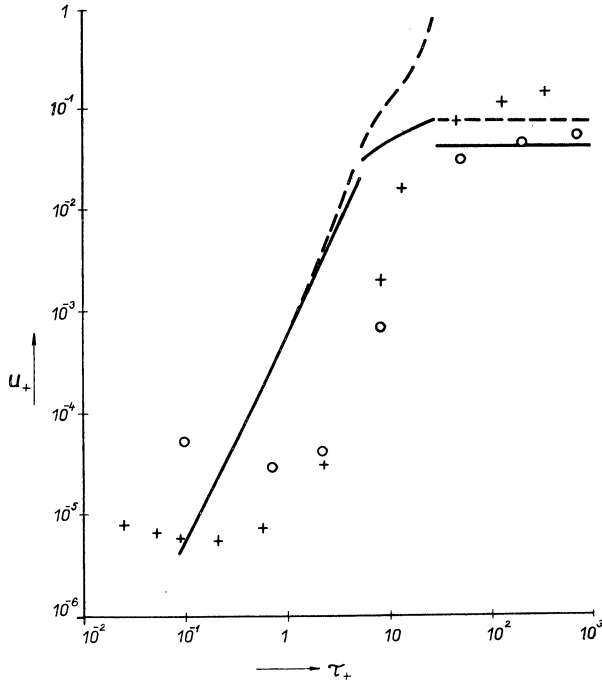
Daviesův teoretický model odlučování vlivem turbulence vychází z řešení diferenciální rovnice difúze a na rozdíl od předchozích autorů neuvažuje Reynoldsovu analogii pro přenos částic v jádře proudu. Pro řešení difúze využívá vlastní interpolační vztahy pro závislost difúzivity na odlehlosti od stěny. Ke stanovení hustoty toku částic na stěnu používá jednak výraz vyplývající z řešení difúze, který poskytuje možnost stanovit koncentraci prachu v odlehlosti s od stěny, jednak výraz k určení



Obr. 2.

této odlehlosti s na základě setrvačného pohybu částic prachu směrem ke stěně. Davies určuje podmínky pro stanovení odlehlosti s takto: podružná složka rychlosti v_y v mezní vrstvě je totožná s podružnou složkou rychlosti částic a v odlehlosti s nabývá hodnoty, která postačuje k tomu, aby se částice dopravily ke stěně setrvačným způsobem. Na rozdíl od Friedlander—Johnstona tedy určuje délku setrvačného období z rychlosti v_y uvnitř mezní vrstvy, která směrem ke stěně klesá až na nulovou hodnotu. Hustotu toku částic pak určuje z koncentrace částic v místě s a rychlosti v_y , což je okrajovou podmínkou pro řešení diferenciální rovnice difúze. Zvláštností

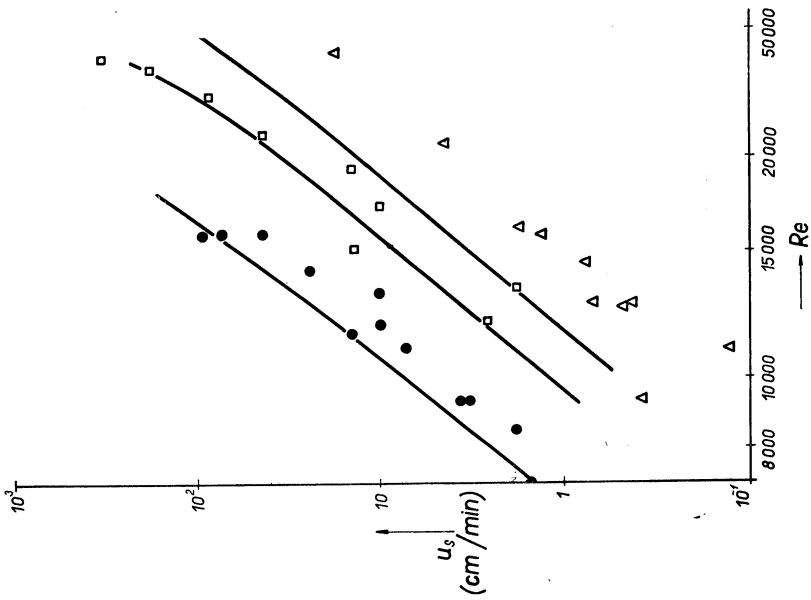
Daviesovy teorie je též úvaha o vlivu intercepce na setrvačný pohyb u stěny, tj. uvažuje vliv konečného rozměru částice prachu, který v některých případech je srovnatelný s délkou setrvačného doběhu s a dále i respektování vlivu molekulární difúze při přenosu částic v těsné blízkosti stěn. Daviesův model není vyjádřen v analytickém tvaru, protože interpolační vztahy použité k řešení difúze jsou komplikované a vyžadují, aby intergrace příslušné diferenciální rovnice byla provedena



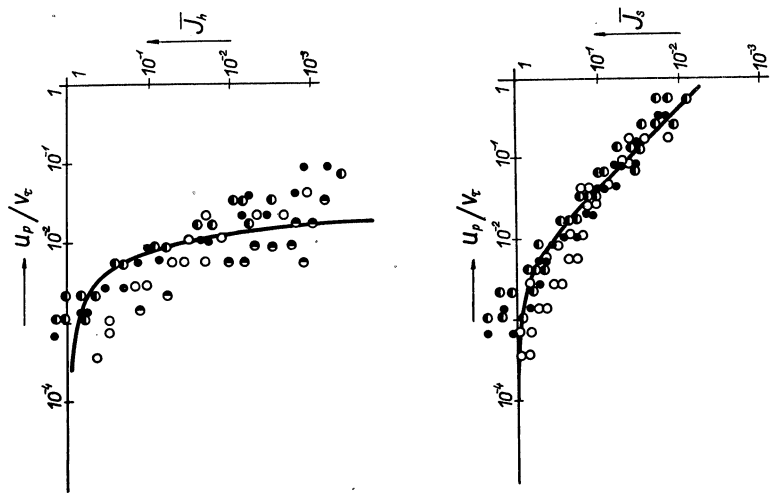
Obr. 3. Podle Friedlander—Johnstona: — — — Re = 4000
 ————— Re = 10⁶
 Podle Daviese: ○ Re = 129 000
 + Re = 308 000

numericky. Při použití samočinného počítače provedl Davies výpočet odlučování vlivem turbulence pro několik případů a výsledky těchto výpočtů jsou ilustrovány na obr. 3, kde τ_+ je veličina určená vztahem $\tau_+ = 1,11s_+$ a bezrozměrná odlučovací rychlost $u_+ = St_m \sqrt{\lambda/8}$. Pro srovnání je v obr. 3 znázorněna spojitými čarami teoretická závislost odlučovací rychlosti $u_+(\tau_+)$ podle modelu Friedlander—Johnstona pro dvě hodnoty Reynoldsových čísel.

Z porovnání hodnot pro intenzitu odlučování podle teoretických modelů vyplývá, že v určitých oblastech proměnných veličin jsou mezi údaji jednotlivých autorů velmi podstatné rozdíly. Ověření teorií bylo provedeno uvedenými autory jen v omezené oblasti proměnných veličin, anebo za použití nepřímých metod, a o tom bude ještě zmínka v experimentální části tohoto sdělení, takže za současného stavu poznatků nelze žádné z těchto teorií přisuzovat obecnou platnost.



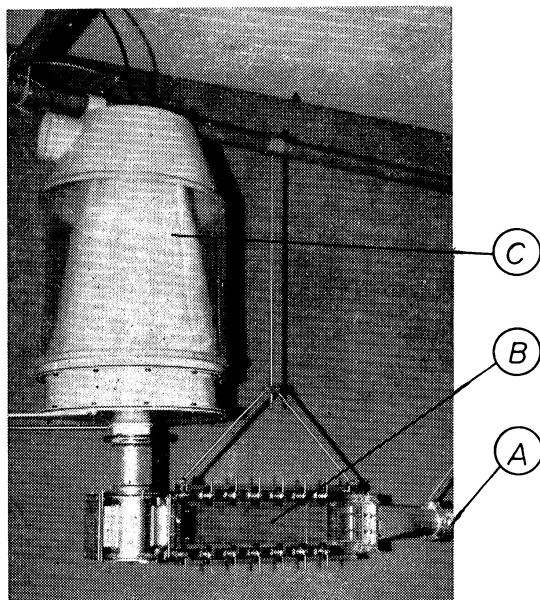
Obr. 5. u_s ... odlučovací rychlost [cm min⁻¹],
 Re ... Reynoldsovo číslo,
 ● ... železné částice velikosti 1,57 μm, průměr potrubí 1,30 cm,
 ○ ... hliníkové částice velikosti 1,81 μm, průměr potrubí 1,30 cm,
 □ ... železné částice velikosti 0,8 μm, průměr potrubí 1,30 cm,
 △ ... železné částice velikosti 1,30 cm.



Obr. 4. \bar{J}_h ... poměr hustot toků částic na horní a dolní stěně kanálu,
 \bar{J}_s ... poměr hustot toků částic na boční a dolní stěně kanálu.

3. EXPERIMENTY

V citované literatuře [4] a [6] jsou uvedeny výsledky experimentů, které byly podkladem pro ověření správnosti teoretických modelů. *Owen* použil údajů *Dawese* a *Slaka*, z nichž vyjádřil poměr hustot toků na vertikální a horizontální stěny, které zobrazil v závislosti na bezrozměrné pádové rychlosti částic u_p/v_z viz *obr. 4* a zjistil, že $\beta = 1,6$ v jeho teoretických vztazích nejlépe vyhovuje těmto experimentálně zjištěným poměrům. *Friedlander* a *Johnstone* použili vlastní měření pro formulaci teoretického modelu a výsledky jedné série těchto měření jsou znázorněny na *obr. 5*.



Obr. 6.

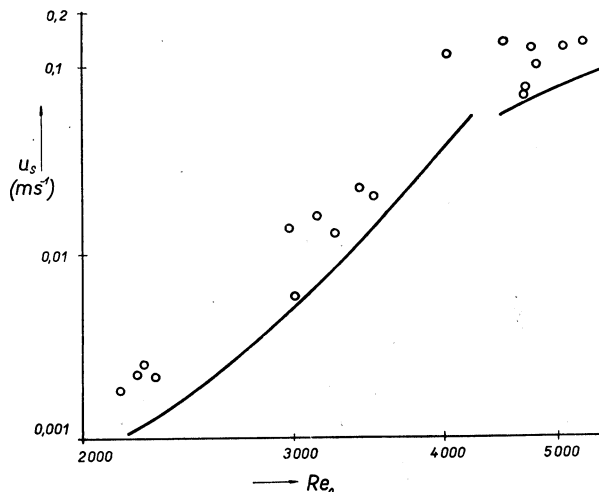
Rozdíly mezi experimentálně zjištěnými hodnotami a teorií, jakož i rozdíly mezi teoriemi samotnými, i některé nelogičnosti teoretických modelů vyžadují, aby se teoretickému řešení vlivu turbulence na odlučování věnovala další pozornost, a to na základě původních experimentů, které by umožnily řešit stávající rozpory. K tomuto účelu byla zhotovena speciální zkušební trať, která je v dalším stručně popsána (*obr. 6*).

Na přívodní potrubí *A*, kterým proudí směs vzduchu a prašných částic, je napojena pracovní část *B* tvořená obdélníkovým kanálem o stavitelné šířce a odnímatelné stěně. Vstup do pracovní části má tvar plochého kolektoru. Na konci pracovní části je sonda pro odběr vzorků prachu z osy kanálu a Pitotova trubice. Pracovní část je napojena na zdroj sání *C* sestávající z radiálního ventilátoru a filtru pro zachycování podaného prachu.

Předmětem měření na popsaném zařízení je Stantonovo číslo pro zachycování částic vlivem turbulence. Pro tyto účely provádí se jednak měření tlakových spádů, ze kterých je vyhodnocena třecí rychlost, dále je určováno množství prachu zachy-

ceného na stěně pracovní části, a to v takové odlehlosti od vstupu, kde je zaručena ustálenost pochodu (stěna je opatřena adhezním filmem) a konečně pomocí odběrové sondy je zjišťována koncentrace prachu v ose kanálu. V první etapě prací byl použit generátor pro podávání tříděného prachu z lihové suspenze, střední geometrická velikost částic prachu přitom byla $u_g = 1,165 \mu\text{m}$.

Výsledky měření provedené v první etapě prací jsou znázorněné na obr. 7 jako závislost odlučovací rychlosti $U_s = St_m \cdot v_0$ na Reynoldsově čísle Re_0 definovaném



Obr. 7. u_s ... odlučovací rychlost [m s^{-1}],
 Re_0 .. Reynoldsovo číslo.

z poloviny šířky kanálu a osové rychlosti proudu v_0 . Bezrozměrná délka setrvačného doběhu s_+ v těchto měřeních se pohybovala v intervalu $s_+ \in (1,505; 7,15)$. Pro orientaci jsou v obrázku plnými čarami závislosti podle teorie Friedlander—Johnstona. Vzhledem k omezenému rozsahu provedených měření není zatím účelné korigovat předpoklady teoretických modelů k dosažení lepší shody experimentů s teorií, uvědomíme-li si komplexnost měřicí metodiky, která může být zdrojem nepřesností. Lze však v tomto stádiu prací konstatovat, že ve stanoveném rozsahu s_+ je Friedlander—Johnstonova teorie nejvýstižnější. K úplnému řešení rozporných otázek předeslaných teorií budou nutná ještě další měření, a to v širším rozsahu proměnných s_+ i Re_0 pomocí zdokonalené měřicí metodiky, což bude předmětem dalších etap prací.

4. ZÁVĚREČNÉ POZNÁMKY

Ve zmíněných teoretických modelech jsou obsaženy některé předpoklady, které nejsou zcela zdůvodněné a vnášejí pochybnost o správnosti jejich závěrů. Zarážející je např. řádový rozdíl mezi hodnotami bezrozměrné odlučovací rychlosti určené podle Daviese resp. Friedlander—Johnstona. Předpoklad o $\beta = 1,6$ v teorii Owena

je rozporný jak s ostatními teoriemi, tak i s výsledky experimentů, které např. ukazují, že St_m není konstantnou, jak by teoretický vztah Owenův ukazoval. Nevyjasněné je, zda přenos částic v jádře proudu lze vyložit na základě Reynoldsovy analogie a použít ji v analýzách, tak jak to řeší např. Friedlander—Johnstone, anebo určovat přenos řešením diferenciální rovnice difúze v jednorozměrném tvaru, tak jak jí používá Davies. Zjevnou nesrovnalostí Friedlander—Johnstonovy teorie je nespojitost $St_m(s_+)$, která nemá fyzikální opodstatnění. Nejasný je vliv Reynoldsova čísla na bezrozměrnou odlučovací rychlost u_+ . Podle Daviese v oblasti vyšších čísel s_+ má vzrůst Re za následek vzrůst u_+ , naopak je tomu podle Friedlander—Johnstona.

Všechny tyto nejasnosti jen dále zdůrazňují nutnost exaktních měření, která by umožnila formulovat model vyhovující v plném rozsahu proměnných a poskytla jednoznačné stanovisko ke sporným problémům. Tím by byly dány též spolehlivé výpočtové vztahy pro stanovení vlivu turbulence na odlučování. Z dosud dosažených výsledků na základě současných poznatků nutno zatím při výpočtech odlučování vlivem turbulence vycházet ze vztahů Friedlander—Johnstonových, které jsou experimentálním hodnotám nejbliže, ačkoliv předpoklady použité při jejich odvození nejsou zcela oprávněné.

5. OZNAČENÍ VELIČIN

a_g — střední geometrická velikost částic prachu [m],	Stk — parametr impakce [—],
h — odlehlost od stěny [m],	St — Stantonovo číslo [—],
s — délka setrvačného doběhu [m],	β — parametr [—],
u_t — bezrozměrná odlučovací rychlost [—],	ν — kinematická viskozita [$m^2 s^{-1}$],
v_o — rychlost osová [$m s^{-1}$],	λ — součinitel odporu tření [—],
v_τ — třecí rychlost [$m s^{-1}$],	τ_o — tečné napětí v mezní vrstvě [$N m^{-2}$],
v'_y — podružná složka rychlosti [$m s^{-1}$],	τ_+ — bezrozměrný parametr [—],
Re — Reynoldsovo číslo [—],	τ — doba relaxace částice [s].

6. LITERATURA

- [1] Rumpf, H., VDI Berichte Bd 6 Staubbewegung in Grenzschichten, VDI, 1955.
- [2] Alexander, L. G., Goldren, C. L., Ind. Eng. Chem. Vol 43, 1325 (1951).
- [3] Davies, C. N., Brit. J. Appl. Phys. Vol. 11, 535 (1960).
- [4] Friedlander, S. K., Johnstone, H. F., Ind. Eng. Chem. Vol 49, 1151 (1957).
- [5] Owen, P. R., Aerodynamic Capture of Particles, Pergamon Press, Oxford, 1960.
- [6] Dawes, J. G., Slack, A., S. M. R. E Res. Report, 105 (1954),
- [7] Davies, C. N., Proc. Roy. Soc. A, Vol 289, 235 (1966).
- [8] Davies, C. N., Proc. Roy. Soc. A, Vol 290, 557 (1966).
- [9] Lin, C. S., Moulton, R. W., Putnam, G. L., Ind. Eng. Chem., Vol 45, 636 (1953).

STAUBABSCHIEDUNG DURCH TURBULENZWIRKUNG

Doc. Ing. Jan Smolík, ČSc.

Der Artikel gibt eine Übersicht über die von verschiedenen Autoren aufgestellten Theorien der Staubabscheidung durch Turbulenzwirkung mit kritischer Bewertung dieser Theorien auf Grund der in der Literatur angegebenen experimentalen Ergebnisse. Auf Grund der gegenwärtigen Erkenntnisse, empfiehlt es sich, einstweilen von den Friedlander—Johnstone-Beziehungen auszugehen, die den experimentalen Werten am nächsten kommen. Weiter ist die vom Autor vorgeschlagene Spezialprüfstrasse beschrieben.

DUST SEPARATION BY MEANS OF TURBULENCE

Doc. Ing. Jan Smolík, CSc.

The paper gives a survey of theories of dust separation by means of turbulence, elaborated by different authors and contains a critical evaluation of these theories based on the experimental results mentioned in the literature. As a result of contemporary experiences, it is recommended for the time being to lean on the Friedlander—Johnstone-relations, these being nearest to the experimental values. The special experimental line proposed by the author is also described.

SÉPARATION DES POUSSIÈRES PAR SUITE DE LA TURBULENCE

Doc. Ing. Jan Smolík, CSc.

L'article passe en revue les théories concernant la séparation des poussières par suite de la turbulence, élaborées par les auteurs différents et contient une évaluation critique de ces théories basée sur les résultats expérimentaux, mentionnés dans la littérature. En attendant, basé sur les notions actuelles, on recommande de prendre pour le point de départ les relations Friedlander—Johnstone étant les plus proches aux valeurs expérimentales. Ensuite on décrit la ligne d'essai spéciale, proposée par l'auteur.

● Nový klimatizovaný mrakodrap

Pojišťovací společnost John Hancock staví v Chicagu nový mrakodrap o 100 poschodích, který s televizními anténami měří 445,6 m a bude po Empire State Building v New Yorku (449 m) druhou nejvyšší budovou v USA a třetí nejvyšší stavbou na světě. Mrakodrap, který je víceúčelovou budovou, neboť jde o kombinaci kancelářské a obytné budovy, bude dokončen v polovině r. 1969, ale již ve druhé polovině 1968 se tam začali stěhovat první nájemníci. Architektem je Bruce Graham.

V kancelářích bude pracovat 8 500 lidí, 1 600 jich bude obývat nákladné malé i velké byty mezi 46. a 93. poschodím (celkem 705 bytů). Mezi 6. až 12. poschodím jsou parkoviště pro 1 200 aut, avšak již dnes se zdá, že je to málo pro větší množství obyvatel a pro návštěvníky během dne. Ve 13. až 41. poschodí jsou restaurace, obchody, vyhlídkové prostory a plovárna. 94. poschodí zabírá zařízení pro vysílání rozhlasu a televize, v 95. a 96. jsou opět restaurace a v nejvyšších čtyřech poschodích klimatizační strojovny a technická zařízení.

Mrakodrap je stavěn ve tvaru komolého jehlanu, jehož základna má plochu 4 652 m², 100. poschodí 1 488 m². Rohové ocelové nosníky váží každý 100 t. Celkem obsahuje John Hancock Anter 42 000 t oceli. Elektrické vedení je dlouhé celkem 1 360 km. Mrakodrap má 11 459 oken, 55 expresních výtahů s rychlostí 9 m/s (asi 33 km/h) zajišťuje dopravu osob po celé výšce mrakodrapu. Je oddělena doprava do kancelářských místností a do soukromých bytů.

Všechny kanceláře jsou klimatizovány, mají podlahy a stropy z materiálů tlumících zvuk. Intenzivní osvětlení vyvíjí více tepla, než kolik je potřeba pro vytápění místnosti. Proto jsou svítidla odsávána.

Rovněž jsou klimatizovány všechny byty o jedné místnosti i velké komfortní byty.

Vstup do nejvyšších poschodí, kde jsou umístěny strojovny, je pro nepovolané zakázán. Totéž se týká střechy, kde jsou umístěny 105,6 m vysoké televizní antény.

Podle Hobby 18/68

(Je)

● Noční zastavení provozu tryskových letadel na letišti Paříž-Orly

Aby byl redukován hluk letadel v okolí letiště Paříž-Orly, bylo vydáno nařízení o omezení provozu tryskových letadel na tomto letišti v nočních hodinách. Mezi 23.15 a 6.00 nesmějí být na letišti Paříž-Orly uskutečněny žádné starty tryskových letadel. Doba uzavření začíná ve 23.30 a končí v 6.15, takže mezi 23.30 a 6.00 hodin nesmějí být na tomto letišti žádné pohyby tryskových letadel. Výjimky z tohoto striktního zákazu nejsou povoleny ani ve zvláštních případech, např. při zpoždění letadel. Národní francouzská letecká společnost Air France, která náleží k hlavním uživatelům letiště Paříž-Orly změnila z těchto důvodů příslušné letecké termíny, které připadaly na pozdní večer a časně ráno, aby vyloučila riziko přistávání opožděných letadel na jiných letištích.

Informationsdienst der Arbeitsgemeinschaft
Deutscher Verkehrsflughäfen (Ra)

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOV NA POČÍTAČI MINSK 22

JAN HLAVICA

Gottwaldov

Jako jeden z prvních dílčích programů, související s tepelnými výpočty ústředního vytápění, byl již v roce 1966 vypracován výpočtový program pro počítač MINSK 22, který je odzkoušen a lze jej okamžitě používat. Má jej k dispozici výpočtové středisko Státního ústavu pro racionalizaci ve spotřebním průmyslu, ul. Karoliny Světlé 5, Praha 1. Protože program má široké použití, uvádíme v tomto článku nejnútnejší informace potřebné pro vypracování zadání (vstupů) pro samočinný počítač.

Recenzoval: Ing. K. Laboutka, CSc.

1. ÚČEL VÝPOČTOVÉHO PROGRAMU

Program lze použít pro výpočet tepelných ztrát budov při navrhování ústředního vytápění podle ČSN 06 0210 z února 1962. Pokud se určí ve vstupních hodnotách i druh otopných těles v jednotlivých místnostech, samočinný počítač vypracuje i sestavu potřebných otopných těles. Pro vytápění jednotlivých místností lze počítat s těmito druhy otopných těles: radiátory, žebrové trubky, hladké trubky, podokenní soupravy, konvektory TS 022 i TS 025. Jiné druhy otopných zařízení nejsou do výpočtového programu zařazeny a projektant je musí podle výpočtu celkové tepelné ztráty místnosti navrhnout sám (např. volně zavěšený sálavý panel).

Výpočet tepelných ztrát budov podle tohoto programu může sloužit jako informativní podklad i k volbě otopných zařízení v místnostech s individuálním (elastickým) vytápěním. Ve vstupních údajích pro výpočet se však musí přihlížet k nesusoučasnosti vytápění jednotlivých místností. Sestava otopných těles se v tomto případě nepočítá.

Programem lze počítat tepelné ztráty a navrhnout sestavy otopných těles i v těchto zvláštních případech:

- a) velmi těžké stavby,
- b) velmi lehké stavby,
- c) podzemní místnosti,
- d) průmyslové haly vyšší než 8 m,
- e) výškové stavby.

V případě *a—d* je nutno upravit vstupní údaje podle návodu uvedeného v části V. normy ČSN 06 0210.

Při výpočtu tepelných ztrát výškové budovy (*e*) je nutno rozdělit tento objekt na podobjekty podle výšek podlaží nad terénem:

- Podobjekt *ea*) část výškové stavby do 25 m,
eb) část ve výšce 25—35 m,
ec) část ve výšce 35—45 m,
ed) část ve výšce 45—55 m,
ee) část ve výšce nad 55 m.

Každý podobjekt se počítá v rámci výpočtu jako samostatný objekt. Celkový potřebný kalorický příkon pro celou výškovou budovu i konečnou sestavu otopných těles musí v tomto případě vypočítat projektant (sečtením celkových výsledků podobjektů).

Omezení programu

Programem nelze vypočítat tepelné ztráty:

- a) zřídka vytápěných místností (ČSN 06 0210, str. 38),
 - b) místností, které jsou jiného geometrického tvaru než hranoly a krychle (nebo jejich kombinace),
 - c) místností vytápěných infračervenými zářiči.
- V případech a, b musí projektant vypočítat tepelné ztráty podle ČSN 06 0210 a získanými výpočty doplnit výsledky z počítače. Případy c se počítají podle jiných zásad a norem.

2. VSTUPNÍ ÚDAJE

Potřebné vstupní údaje se uvádějí ve dvou druzích tabulek. První tabulka obsahuje všeobecné údaje společné pro výpočet tepelných ztrát všech místností v objektu. Vzor tabulky je uveden jako *tab. I*. Vyplňuje se pro každý objekt pouze jedenkrát.

Tab. II slouží pro vyplnění potřebných hodnot podrobně určujících charakteristiku jednotlivých místností, včetně zakódování uvažovaného druhu otopného zařízení. Do tabulky se vypisují za sebou údaje o všech místnostech, které se mají v objektu vytápět.

Je nutné, aby všechny vstupní údaje a hodnoty byly vypisovány čitelně, protože se přímo děrují do děrné pásky. K vyplnění předtištěných formulářů tabulek se pokud možno používá propisovací tužky. Při vyplňování tabulek je nutno dbát také těchto pravidel:

- žádné číslo nesmí mít mimo desetinné tečky nebo čárky další tečku (oddělující tisíce).
- žádné číslo se nesmí spojovat s písmenovým indexem.
- pokud se hodnota v některém sloupci nevyplňuje, musí se vypsát 0, nikdy vodorovná čárka (pomlčka).

Pokyny pro vyplnění tab. I.

V úvodu jsou uvedeny informativní údaje popisující stavbu, objekt, číslo zakázky a způsob vytápění.

TZ — nejnižší výpočtová venkovní teplota v místě výstavby, uváděná ve °C,
TT — předpokládaná teplota nasávaného vzduchu při použití podokenních teplovzdušných souprav ve °C. Nepočítá-li se v objektu s instalací tohoto druhu otopných těles, vypíše se nula.

P — druhy provozu vytápění — Pro výpočet musí zůstat nepřeskrtnutý pouze jeden druh provozu, se kterým se počítá v projektu.

X — rozdíl tlaku Δp^n pro výpočet infiltrace v halové budově nebo ve výškové budově nad 25 m výšky. Pokud jde o etážovou budovu, vyplní se nula.

I — celou místnost										II — stěny						III — otvory							
ČM	TV	QP	V	PS	R	A	B	C	M	OS	TS	KS	T	DS	LS	S	N	KO	DO	LO	L	I	
101	20	0	0	0	106	4,0	3,45	3,0	4	SZ	37,5	1,05	-15	3,45	3,0	0							
										SV	2,00	15	1,65	3,0	0								
										SZ	37,5	1,05	-15	4,0	3,0	1	1	2,5	1,5	1,5	1,5	2,4	
										Sť	—	1,1	-9	3,45	4,0	0							
											atd												

Pokyny pro vyplnění tab. II.

Tabulka je rozdělena do tří hlavních sloupců, ve kterých jsou charakteristické hodnoty, určující:

I — celou místnost,

II — stěny, včetně stropu a podlahy místností,

III — otvory ve všech stěnách místností.

I — Hodnoty charakterizující celou místnost

Na počítači lze počítat tepelné ztráty místností, které mají tvar krychle, hranolu nebo kombinace těchto geometrických útvarů (např. tvar písmene *L*, *U* atp.).

Hodnoty ve sloupci *I* se u krychlového nebo hranolového typu místnosti vypisují jen jednou (na prvním řádku) spolu s hodnotami první stěny (popřípadně i otvoru — sloupce *II* a *III*).

U dalších stěn místnosti se tyto hodnoty neopakují.

Jedná-li se o kombinovaný tvar místnosti, je nutno místnost rozdělit na potřebné množství krychlí a kvádrů. Hodnoty ve sloupci *I* se tedy musí vypisovat tolikrát, kolik místností bylo z kombinované místnosti vytvořeno. Do sloupce *ČM* se však uvádí stále stejné číslo místnosti. Výpočty se provedou za tyto jednotlivé části samostatně a projektant si je musí potom sečíst sám do patřičného celku.

ČM — číslo místnosti; tvoří se tak, že první číslice určuje podlaží a další dvě číslice pořadové číslo místnosti v podlaží. Např. 312 = místnost ve třetím podlaží, pořadové číslo 12. Je nutné, aby vstupní hodnoty všech místností v podlaží byly za sebou vypisovány tak, jak doporučuje norma ČSN 06 0210. Nesmí dojít k promíchání vstupních údajů místností z různých podlaží. I pořadí podlaží třeba dodržovat podle uvedené normy (od nejnižšího k nejvyššímu). U rozsáhlých objektů je vhodné začít vypisovat jednotlivá podlaží na novém listě.

TV — požadovaná vnitřní teplota v místnosti ve °C.

QP — tepelný zisk v místnosti od technologického zařízení v kcal/h.

V — požadovaná nucená výměna vzduchu v m³/h.

PS — přírážka na světovou stranu v % podle ČSN 06 0210, tab. V.

R — předpokládaný druh otopného zařízení.

V tab. III je uveden seznam všech druhů otopných těles, se kterými je možno ve výpočtu počítat. Jsou to tyto hlavní druhy otopných zařízení:

- 1 — radiátory,
- 2 — žebrové trubky,
- 3 — hladké trubky,
- 4 — podokenní soupravy,
- 5 — konvektory *TS* 022 a 025.

Pokud se předpokládá, že místnost bude vytápěna jiným otopným zařízením, je nutno vypsát do tohoto sloupce nulu. Obdobně není-li zájem o vypracování sestavy otopných těles, vynuluje se i tento sloupec.

- A* — vnitřní délka místnosti v metrech na 2 desetinná místa.
B — vnitřní šířka místnosti v metrech na 2 desetinná místa.
C — světlá výška místnosti v metrech na 2 desetinná místa.
M — počet cyklů výpočtu (je to počet vyplněných řádků ve sloupci *II* — stěny, souvisejících s uvedenou místností. Vyplňuje se až jako poslední po vyplnění hodnot o všech stěnách).

II — Hodnoty charakterizující stěny místností (sloupec II)

Pod stěnou zde rozumíme nikoliv stěnu v geometrickém smyslu slova, nýbrž obdélníkové tvary části pláště místnosti. Tedy jedna „geometrická stěna“ může být rozdělena do více stěn, je-li v ní umístěno několik různých druhů otvorů, je-li homogenní rozdělení teplot za stěnou, je-li stěna zhotovena z materiálu o různých tepelných vodivostech. Lze vynechat ty stěny (nebo části stěny), za kterými je stejná teplota jako uvnitř místnosti.

OS — označení stěny podle zvyklostí projektanta — neděruje se.

TS — tloušťka stěny v cm — neděruje se.

KS — součinitel prostupu tepla stěnou v kcal/m² h deg.

T — předpokládaná teplota v místnosti (prostoru) za stěnou ve °C.

DS — vnitřní délka stěny (podlahy, stropu) v m na 2 desetinná místa.

LS — světlá výška stěny (šířka podlahy, stropu) v metrech na 2 desetinná místa.

S — druh otvoru (který se vyskytuje ve stěně)

0 — žádné otvory (další hodnoty ve sl. III se nevyplňují).

1 — okna
2 — dveře } Musí se vyplnit další hodnoty ve sl. III.

III — Hodnoty charakterizující otvory

N — počet otvorů v kusech.

KO — součinitel prostupu tepla v kcal/m² h deg.

DO — šířka otvoru v m na 2 desetinná místa.

LO — výška otvoru v m na 2 desetinná místa.

L — délka spáry v 1 otvoru (bez obvodní spáry) v m na 2 desetinná místa.

I — součinitel provzdušnosti spáry.

Je-li v jedné stěně několik různých velikostí otvorů, uvedou se celkové údaje o stěně na jednom řádku s prvním druhem otvoru. Na dalším řádku se vyplní jen informace o otvoru a v údajích o stěně se uvede jen hodnota *KS* a *T*. Údaje *DS* a *LS* se vynulují.

Tab. III. Druh otopných těles (klíč pro sloupec „R“)

1. Radiátory — měrná jednotka: Články (ve sloupci „S“)

Velikost [mm]	Litina		Ocel voda 90/70 °C
	voda 90/70 °C	pára 100 °C	
300/200	101	106	—
500/150	102	107	111
500/200	103	108	112
1000/100	104	109	113
1000/200	105	110	114

2. Žebrové trubky — ležaté \varnothing 76/156, měrná jednotka: 1 kus žeb. tělesa („S“)

Stavební délka [mm]	Voda 90/70 °C		Pára 1,25 kp/cm ²	
	jednotlivě	v registru	jednotlivě	v registru
1000	201	207	213	219
2000	202	208	214	220
3000	203	209	215	221
4000	204	210	216	222
5000	205	211	217	223
6000	206	212	218	224

3. Hladké trubky — měrná jednotka: 1 bm (ve sloupci „S“)

Světlost [mm]	Ležaté		Svislé		Ležaté		Svislé	
	jedn.	v reg.	jedn.	v reg.	jedn.	v reg.	jedn.	v reg.
40	301	306	311	316	321	326	331	336
50	302	307	312	317	322	327	332	337
70	303	308	313	318	323	328	333	338
80	304	309	314	319	324	329	334	339
100	305	310	315	320	325	330	335	340

4. Podokenní soupravy — měrná jednotka: 1 ks (ve sloupci „S“)

	Voda									Pára		
	Gv	1780 kg/h			254 kg/h			152,5 kg/h			kp/cm ²	
		ts	100	115	130	100	115	130	100	115	130	3
PSP 1200	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	

	Voda $t_s = 80\text{ }^\circ\text{C}$		Pára 1,1 kp/cm ²
	TKS 9134,1	TKS 9134,2	TKS 9134,1
PSP 500	421	422	423

5. Konvektory TS 022 a TS 025 — měrná jednotka: 1 ks (ve sloupci „S“)

Délka [mm]	540	790	1040	1290	1540	1790	2040
„R“	501	502	503	504	505	506	507

Do tabulky II. vstupních údajů se do sloupce „R“ vyplňuje vždy jen 500!

3. Výsledky výpočtu

Výsledky výpočtu obdrží zadavatel ve formě tištěných tabulek formátu A 4. Ukázka výsledků výpočtu tvoří *tab. IV*. Spolu s výsledky obdrží zadavatel zpět i tabulky vstupních údajů.

První stránka výpočtu obsahuje opis vstupních údajů z *tab. I* a část výsledků výpočtů jednotlivých místností uspořádanou tak, jak byly hodnoty místností uvedeny na *tab. II*.

Popis jednotlivých sloupců výsledků je tištěn pouze na první stránce výpočtu. Pořadí a obsah sloupců na dalších stránkách výpočtu je totožný s popisem na první stránce. Pro úplnost uvádíme vysvětlivky k nadpisům jednotlivých sloupců a výsledků:

CM — číslo místnosti.

TV — teplota uvnitř místnosti ve $^\circ\text{C}$.

KC — průměrný součinitel prostupu tepla stěnami v kcal/m² h deg.

V1 — objem místnosti v m³.

QV — specifická ztráta tepla (je to podíl celkové tepelné ztráty objemem místnosti [$QV = QC : V1$] v kcal/h m³).

QC — celková tepelná ztráta místnosti v kcal/h.

QOPT — optimální tepelná ztráta místnosti v kcal/h. Při výpočtu této ztráty se nepočítá s přírážkami souvisejícími se zátopem. Tato hodnota tedy určuje výši tepelného příkonu pro udržování požadované teploty ve vytápěných místnostech.

R — druh otopných těles. Předpokládá-li se vytápění místností pomocí konvektorů ($R = 500$), je v tomto sloupci uvedeno za sebou všech 7 možných velikostí od nejkratšího konvektoru ($R\ 501 = L\ 540$) po nejdelší ($R\ 507 = L\ 2\ 040$).

S — množství otopných těles v měrných jednotkách podle *tab. III*. Při použití konvektorů je v tomto sloupci vytištěn počet kusů jednotlivých délek konvektorů ($R\ 501$ až 507). Pouze při $R\ 500$ je uveden zbytek tepelné ztráty, který zůstává nepokrytý v kcal/h.

Počítač dále provede součet *QC*, *QOPT* a sestavu otopných těles za jednotlivá podlaží a nakonec za celý objekt.

Tab. IV. Ukázka tisku výsledků

SUPRO — PRAHA									
TEPELNE ZTRATY BUDOV EN-3									
STAVBA: PŘIKLAD									
OBJEKT C: 315					ZC: 400				
VSTUPNI UDAJE									
TZ	TT	P	X	Y	Z				
-15	0	3	0,00	1,160	0,880				
QM1	QM2	QM3	QM4	QM5					
1040	1290	1540	1790	2040					
1121	1340	1610	1820	2120					
1200	1450	1700	1980	2300					
VYSLEDKY									
CIS	VNITR	PROST	OBJEM	SPEC	CELK	OPT	OTOPNA	TELESA	
MIST	TEPL	STEN	MIST	ZTRATA	ZTRATA	ZTRATA	DRUH	MNOZ	
CM	TV	KC	V1	QV	QC	QOPT	R	S	
101	23	1,53	41,40	55,82	2 311,06	2 142,17	106	20,61	
102	23	1,61	24,67	69,07	1 704,33	1 576,17	208	1,97	
103	23	1,57	60,95	35,46	2 161,89	2 029,72	330	9,23	
					6 177,27	5 748,06	106	20,61	
							208	1,97	
							330	9,23	
201	16	0,83	259,20	43,16	11 187,60	10 359,80	401	1,11	
202	23	1,52	64,80	56,97	3 692,01	4 607,68	500	192,01	
							501	1	
							505	1	
203	20	0,94	8,64	38,76	334,89	412,58	422	0,05	
					15 214,50	14 080,06	401	1,11	
							422	0,05	
							501	1	
							505	1	
					21 391,70	19 828,12	106	20,61	
							208	1,97	
							330	9,23	
							401	1,11	
							422	0,05	
							501	1	
							505	1	

4. ZÁVĚR

Celý výpočet je vypracován podle normy ČSN 06 0210 s těmito úpravami:

- Výpočet základní tepelné ztráty Q je zvětšen o 12 %.
- V zadání pro výpočet se uvádí světlá výška místnosti (místo konstrukční výšky podlaží).

c) Ve výpočtu celkové tepelné ztráty se počítá i s tepelným ziskem od technologického (strojního) zařízení instalovaného v místnosti.

d) Pokud je tepelná ztráta vzniklá infiltrací (Q_{VZ}) menší než 0,15 ztráty větráním (Q_{V1}), nezapočítává se infiltrace do celkové tepelné ztráty.

e) Navíc se počítají hodnoty Q_V a Q_{OPT} — viz bod 3.

Pro informaci uvádíme předpokládanou spotřebu strojového času. Zavedení programu včetně výpočetních konstant trvá asi 2 minuty, čtení vstupních údajů, výpočet a děrování výsledků jedné místnosti trvá průměrně asi 0,3 minuty.

Studijní a typizační ústav Praha, který prováděl hodnocení a proměření tohoto programu, uvádí ve svém posudku, že pracnost vyplnění vstupních údajů pro počítač představuje přibližně 1/3 celkového času při ručním výpočtu.

Dosavadní praxe výpočtu tepelných ztrát budov v projektových organizacích probíhá ve dvou fázích:

a) výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností,

b) vypracování sestavy otopných těles.

Výpočet, který je matematicky nenáročný, avšak často rozsáhlý, vyžaduje při ručním zpracování dosti značný časový fond.

Převedením výpočtu na samočinný počítač se sledovalo sloučit obě fáze ručního výpočtu a oprostít projektanta od únavné práce, která není technické povahy.

Dalším požadavkem bylo zajistit vytištění výsledku v takové formě, aby se bez přepisování dal doložit do projektové dokumentace. To se podařilo. Tím však není vývoj tohoto programu ukončen. Programem řešenou sestavu otopných těles bude možno rozšířit o nové druhy otopných zařízení, které vyvinou dodavatelé. Výkony otopných zařízení používané ve výpočtu budou stále udržovány v paměti počítače v poslední platné výši. Pokud se tyto hodnoty změní, bude zajištěna jejich úprava.

Mezisoučtů spotřeb tepla za jednotlivá podlaží použijeme jako vstupů pro výpočet rozvodů tepla v objektu. Spotřeba tepla pro objekt bude sloužit jako vstupní hodnota pro výpočet tepelné sítě mezi objekty.

Nakonec několik slov ke všem projektantům ústředního vytápění: Při zadávání výpočtu je nutná pouze odborná znalost. Samočinný počítač provede za projektanty celý výpočet v libovolném počtu variant.

● Měření hluku stavebních strojů ve Švýcarsku

Švýcarský ústav pro zkoušení materiálu provedl na podzim r. 1967 na příkaz zdravotnického ředitelství kantonu Züriich ve spolupráci se svazem švýcarských výrobců stavebních strojů, se spolkem švýcarských architektů a inženýrů a se svazem stavitelů měření hluku na kompresorech a pneumatických kladivech.

Naměřené hodnoty byly zpracovány odbornou komisí pro přípravu typových zkoušek stavebních strojů a vedly k návrhu mezních hodnot. Švýcarský policejní a justiční departement je použil jako podklad pro odpovídající švýcarské nařízení.

Schweizerische Bauzeitung

(Ra)

● Tlumení hluku vedeného konstrukcí automobilu

Jeden z tlumících materiálů, úspěšně používaných v průmyslu pro tlumení hluku vedeného konstrukcí, je nyní také k dispozici k odstranění nepříjemného drnění v automobilech. Tzv. terodemové desky sestávají se z bitumeno-kaučukové hmoty k tomuto účelu přesně stanovené, která je sendvičovou formou spojena moltopenovými vrstvami. Zatímco bitumeno-kaučuková vrstva tlumí kmitání plechu a zároveň plech zesiluje, pohltí moltopenová vrstva zvukové chvění, které vzniká v motoru vozidla. Desky jsou vyráběny tak, že jsou dostatečně přesné pro kapoty a víka kufrů většiny typů vozů.

Auto-Touring

(Ra)

● **Změna činitele prostupu světla u zamrzlých okenních skel**

ČSN 36 0035 uvádí řadu činitelů prostupu světla okenními skly, avšak neuvažuje — z důvodů celkem zřejmých — extrémní

situaci, kdy okenní skla jsou pokryta souvislou ledovou vrstvou.

Svetotecnika 1968/9 přináší cenný příspěvek, který takovou situaci dosti přesně zachycuje:

Hodnoty činitele prostupu světla

Zasklení pokryté ledovou vrstvou	Tloušťka ledové vrstvy na sklech [mm]	Teplota [°C]		Činitel prostupu světla
		vnějšího vzduchu	vnitřního povrchu skla	
Okna dvojitá	4 až 8	—(9 až 28)	—(0,2 až 0,6)	$\frac{0,42}{0,65^*}$
Okna jednoduchá se zdvojeným zasklením	10 až 20	—(9 až 28)	—(0,6 až 1,2)	$\frac{0,30}{0,78^*}$
Okna jednoduše zasklená	30 až 40	—(9 až 28)	—(1,2 až 5)	$\frac{0,18}{0,88^*}$

Poznámka: Údaje v tabulce označené hvězdičkou platí pro skla očištěná od ledové vrstvy.

(LCh)

● **Ochrana proti hluku na hannoverském veletrhu v r. 1968**

Na průmyslovém veletrhu 1968 v Hannoveru byla poradna odborných společenstev zcela ve znamení aktuálního tématu ochrany proti hluku. Na jednotlivých příkladech bylo dokumentováno, že konstrukce méně hlučných strojů a přístrojů je nejlepší a nejvíce doporučovanou metodou ke zmenšení provozního hluku. Není-li možno vyhnout se vzniku hluku, pak musí být úlohou konstruktérů zachytit jej v místě vzniku a zamezit jeho šíření. Jako působivý příklad byl uveden stroj na rozmělnování plastických hmot, na kterém změnou násypky může být snížena hladina hluku o 20 %. Na jednom stroji, který byl vybaven krytem a filtry proti hluku sání a výfuku bylo dokázáno, že je možno snížit hluk na staveništi. Také stavebními opatřeními proti hluku může být sníženo jeho šíření. Bylo předváděno různé obložení a úpravy v řezu, aby byly návštěvníkům podány praktické podklady pro jejich vlastní problémy ochrany proti hluku. Návštěvníci mohli se rovněž přesvědčit o působivosti osobních ochranných prostředků proti hluku, které jsou na trhu k dispozici.

Sicher Arbeit

(Ra)

● **Tlumení hluku stavebních strojů**

Vývoj nehlukných stavebních strojů, který je již po několik let podporován, vedl k pozoruhodným výsledkům. Německý průmysl výroby stavebních strojů bude nabízet stroje jako kompresory, pneumatická kladiva, bagry a berany v provedení s protihlukovými úpravami. Pro staré stavební stroje mohou být dodány části přestavných dílů pro dodatečné snížení hluku. Výrobei strojů potvrdili, že německý stavební průmysl objednal ve zvýšené míře stroje s protihlukovými úpravami.

VDI Nachrichten

(Ra)

● **Prováděcí předpis k německému zákonu o hluku ve stavebnictví**

„Technický výbor“, který byl utvořen podle zákona o ochraně hluku ve stavebnictví, radil se ve své poslední schůzi na spolkové ministerstvu zdravotnictví o prvním všeobecném prováděcím předpisu k zákonu o ochraně proti hluku ve stavebnictví. Prováděcí předpis pevně stanoví ukazatele hluku stavebních strojů působících na obydlí, které nesmějí být překročeny a určuje měřicí zařízení, jež mají sloužit pro kontrolu jejich dodržování.

Kampf dem Lärm

(Ra)

STUDIE O STAVU KLIMATIZACE VE SVĚTĚ

ING. BOHUMIL JELEN

ZVYZ, Praha

Studie vypracovaná z materiálů pouze z posledních let podává přehled o současném stavu a vývojových tendencích v používání jednotlivých klimatizačních systémů ve světě se zaměřením na výškové budovy s vylehčeným obvodovým pláštěm. Je provedeno též srovnání úrovně klimatizace v ČSSR a ostatních socialistických státech.

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

1. ÚVOD

Klimatizace zaznamenává ve všech vyspělých státech velký rozmach, neboť pohoda prostředí, ve kterém člověk přebývá, se stává základním požadavkem, kompenzujícím nepříznivé vlivy technického pokroku. Nejsou to jen otázky hygienické, které vedou k širokému uplatnění klimatizace, ale i otázky ekonomické, neboť v optimálních klimatických podmínkách podává člověk největší výkon. Např. podle amerických zjištění se zvyšuje v horkých letních měsících produktivita práce v klimatizovaných prostorech až o 20 % proti prostorům neklimatizovaným. Zvýšení provozních nákladů se proti tomu pohybuje mezi 3—5 %. Z uvedeného se vyvozuje, že klimatizace se vyplatí všude tam, kde dojde ke zvýšení produktivity již o 3—4 %.

U nás byla většinou klimatizace zaměřena na potřeby průmyslu. Komfortní klimatizace byla pokládána za přepych, který je pro naše klimatické pásmo zbytečný. V naléhavých případech, kde byl člověk silně obtěžován zkaženým vzduchem, byla instalována teplovzdušná větrací zařízení, která byla, a ještě se tak děje často i dnes — nadsazeně označována jako klimatizační.

Ve vyspělých státech je však komfortní klimatizace běžná již dlouhou řadu let. Výstavba odlehčených budov s velkými zasklenými plochami si vynutila používání klimatizace i ve státech s podstatně chladnějším klimatem, než má ČSSR, jako např. ve Švédsku. Ukázalo se, že i zde je nutno chladit místnosti na osluněných stranách budov po valnou část roku. U nových budov dochází kromě toho ještě ke snižování světlých výšek místností a jejich většímu vytěžování. Vysoká prašnost ovzduší ve městech, obsah plynů (především výfukových) a pouliční hluk omezují stále více možnost větrání okny. Toto jsou hlavní důvody, vedle řady jiných, které činí dnes instalaci klimatizačních zařízení nezbytnou.

Klimatizace zajišťuje rovnoměrné pracovní podmínky v létě a v zimě. Dnes již nestačí odvádět teplo jen během poměrně horkých letních dnů: pracovní stroje (v kancelářích v provozech), moderní osvětlení a zaměstnanci vyžadují odvod tepla a regulaci teploty a obnovu vzduchu v pracovních prostorech po celý rok.

Stavební a architektonické řešení výškových objektů si vyžaduje speciální klimatizaci pro dosažení pohody v místnostech. Nejlépe se pro tyto účely hodí vysokotlaká klimatizace, jak se označují systémy, u nichž je na výusti přetlak $\Delta p > 10 \text{ kp/m}^2$, většinou kolem $20 \div 35 \text{ kp/m}^2$. Nízkotlakými systémy se označují zařízení, kde $\Delta p < 10 \text{ kp/m}^2$.

Hlavní výhody vysokotlaké klimatizace (VTK) jsou:

- a) malé množství vzduchu — u jednopotrubní pouze rozvod primárního vzduchu,
- b) větší rychlost vzduchu ve vzduchovodu a tím zmenšení průřezů potrubí a snížení nároků na obestavěný prostor,
- c) zařízení pracuje s větším přetlakem a proto je stabilnější,
- d) menší váha zařízení a menší prostor pro strojovny,
- e) zvýšení sériovosti výroby (indukční jednotky, potrubí).

2. STAV KLIMATIZACE V NĚKTERÝCH KAPITALISTICKÝCH STÁTECH

Vzduchotechnický průmysl je ve vyspělých západních státech velmi vyvinut a výrobci musí z konkurenčních důvodů přicházet na trh se stále novými výrobky a zařízeními. Vzniká tím až nepřehledná šíře rozsahu výrobků a zařízení, z nichž si uživatel může vybrat podle svého vkusu i finančních možností. Výrobky jsou převážně řešeny z estetických hledisek s vysokými technickými parametry a dlouhými záručními lhůtami. Dodací lhůty jsou krátké a rozsáhlý servis zaručuje rychlou opravu v případě poruchy.

Tab. I. Průměrné hodnoty spotřeby a nákladů na 1 m³ obe stavěného prostoru při provozu VTK ve výškových budovách v NSR

Instalovaný výkon bez chlazení	kW/m ³	4,85
Spotřeba el. energie klimatizačního zařízení	kWh/rok m ³	25,6
Spotřeba tepla	kcal/rok m ³	80 000
Spotřeba chladu	kcal/rok m ³	17 700
Investiční náklady	DM/rok m ³	75
Provozní náklady	DM/rok m ³	19,3
Pozn.: Údaje jsou z r. 1966.		

Tab. II. Relativní srovnání investičních nákladů na různé druhy klimatizačních zařízení pro moderní stavby

Druh zařízení	Srovnávací ukazatel [%]	Poznámka
Vytápění radiátory	100 %	bez krytí tepelných ztrát budovy — jen pro úpravu vzduchu
Větrání a odsávání	230 %	
Nízkotlaká klimatizace	350 %	
Vysokotlaká klimatizace	450 — 650 %	
Pozn.: Uvedené hodnoty jsou odvozeny z teoreticky stejných fyzikálních podmínek (až na ceny), jaké platí i pro ČSSR, a lze se jimi — s přihlédnutím k typu stavby — do jisté míry řídit i u nás.		

Nezbytnost klimatizace v moderních vylehčených budovách, zvláště se zvýšenou tepelnou zátěží, způsobenou pobytem většího počtu osob a osvětlením, je v západních zemích dávno uznána a respektována při výstavbě.

Celkové náklady na klimatizaci včetně potřebných stavebních úprav dosahují i 40 % z celkových nákladů na budovu. Provozní náklady klimatizačního zařízení, i když jsou značné, nepředstavují proti mzdám pracovníků, pracujících v klimatizované budově, podstatnou částku.

Pro ilustraci jsou v *tabulce I* uvedeny průměrné hodnoty spotřeby a nákladů na 1 m³ obestavěného prostoru při provozu klimatizačního zařízení v NSR.

V *tabulce II* je provedeno relativní srovnání investičních nákladů na různé druhy klimatizačních zařízení pro moderní stavby.

USA

Hovořit souhrnně a přehledně o klimatizaci v USA není možno pro její různorodost a široký rozsah. USA jsou prakticky velmocí i v této oblasti a staly se po mnoha stránkách vzorem pro Evropu. Americké firmy, z nichž největší a neznámější jsou: Carrier, Trane, Westinghouse, York, Airtemp, Worthington aj., vyrábějí zařízení všech druhů a výkonů.

Podle výzkumu trhu mají klimatizační zařízení v USA toto rozšíření:

- potravinářské obchody,
- restaurace,
- hotely, motely, ubytovny,
- volná povolání a podniky služeb,
- jiné prodejny,
- kancelářské budovy,
- ústavy,
- jiné veřejné budovy,
- průmyslové stavby.

Z přehledu vyplývá, že hotely a ubytovny jsou na 3. místě a že se tudíž v USA poznalo, že větší pohoda, komfort, čistý vzduch a zabránění vnikání hluku z ulice dodávají každému hotelu na prestiži a zvyšují obrát.

O úrovni klimatizace svědčí tyto příklady:

a) V Pittsburgu se staví 64 podlažní budova americké ocelářské společnosti, která bude klimatizována.

Tři turbokompresory s celkovým chladičím výkonem 25 mil. kcal/h a 30 000 indukčních jednotek mají zajistit správnou pohodu prostředí.

Rekordní počet jednotek umožňuje individuální řízení pohody v každé místnosti. Ve vnějších pásmech jsou umístěny indukční jednotky pod okny, vnitřní prostory jsou chlazeny stropním systémem s automatickým řízením.

Trojúhelníková budova, která má být hotova na jaře 1970, má mít celkem 4000 m² plochy v jednom poschodí a má být druhou největší administrativní budovou světa.

Klimatizační stroje budou umístěny po stranách vstupní haly, ve 3. a 34. poschodí, jakož i v nejhorejších dvou patrech. Klimatizaci dodává firma Carrier Air Conditioning Co.

b) V Chigagu je ve stavbě třetí nejvyšší budova světa a druhá v USA — 100 poschodový mrakodrap pojišťovací společnosti John Hancock. Bude vysoká s televizními anténami 445,6 m.

Jde o víceúčelový mrakodrap: kombinace kancelářské a obytné budovy. Je postavena ve tvaru komolého kužele, jehož plocha v přízemí je 4652 m² a ve 100. poschodí 1488 m². Mezi 6. až 12. poschodím jsou parkoviště pro auta (1200 aut), v 13.—41. poschodí jsou kanceláře pro 8500 lidí, v 42.—45. poschodí budou restaurace obchody, vyhlídkové prostory a plovárna. Mezi 46. až 93. poschodím je 705 bytů pro 1600 obyvatel. 94. poschodí je zařízení pro vysílání televize a rozhlasu, v 95. a 96. jsou opět restaurace. Poslední čtyři poschodí zaujímají strojovny pro klimatizaci, mechanická a technická zařízení.

Všechny kanceláře jsou klimatizovány, mají stropy a podlahy z materiálu tlumícího zvuk a prvotřídní osvětlení. Protože osvětlovací kolesa vyvíjejí více tepla, než kolik se přivádí v zimě ústřední otopnou soustavou, je provedeno odsávání přes svítidla. Rovněž všechny byty jsou klimatizovány.

NSR

Klimatizace v NSR se v posledních letech velmi silně rozvíjí a podle předpovědí bude tento rozvoj i nadále probíhat zvýšenou měrou. Opatrní pozorovatelé soudí, že klimatizace bude více než dosud používána v obchodech, restauracích, hotelích, motelích, kancelářských budovách a ústavech, jakož i v průmyslových stavbách. Optimisté hovoří otevřeně o vlně klimatizace, která má přijít po vlně ledniček, automobilů, praček a televizorů.

Klimatické poměry v NSR jsou podobné našim poměrům a někteří autoři tvrdí, že klimatizace je aktuální jen v poměrně řídkých případech. Avšak u komerčních zařízení je klimatizace nutná už i z důvodů konkurenčních, např. u hotelů, obchodů aj.

Přestože západoněmecké firmy vyrábějí pestrou paletu klimatizačních zařízení podle vlastního vývoje nebo v americké licenci, dováží se do NSR ještě značné množství zařízení z USA a jiných států. Tak např. z USA bylo dovezeno v r. 1964 za 8,6 mil. dolarů a v r. 1965 za 11,3 mil. dolarů.

Pro výškové budovy se používá zásadně vysokotlaké klimatizace s indukčními jednotkami, a to hlavně pro úsporu obestavěného prostoru pro rozvod vzduchu.

Velké obchodní domy vyžadují dnes strojovny pro úpravu až 600 000 m³/h vzduchu a předpokládá se, že v brzké době budou požadována zařízení pro 1 milion m³/h upraveného vzduchu i více. Z těchto důvodů jsou průřezy vzduchovodů neúměrně velké a zaujímají značnou část obestavěného prostoru. Proto se v současné době uvažuje v projektech i s použitím vysokotlaké klimatizace pro podobné stavby. Vysokotlaké klimatizace má být použito v menších místnostech a prostorech, ve velkoprostorových prodejních halách má být kombinovaná klimatizace: po obvodě VTK, uvnitř prostoru nízkotlaká klimatizace se stropními anemostaty, která zajišťuje dostatečnou výměnu vzduchu. Rovněž se používá dvoupotrubní systém s indukčními jednotkami po obvodovém plášti.

Speciální stavby, jako např. televizní věže, jsou klimatizovány jednotkovými zařízeními.

V nemocnicích se používají zásadně dva systémy: s přívodem stropem a indukčními jednotkami. Na pacienta se uvažuje 100—150 m³/h při jednolůžkovém pokoji a 70—100 m³/h u vícelůžkových pokojů. Hladina hluku nemá přesáhnout 30 dB (A).

Velká Británie

Velká Británie má mírnější zimní podnebí než evropský kontinent. Přesto však moderní velkoměstské budovy a výškové domy jsou vybavovány klimatizací: jednak je nutno odstranit prach a výfukové plyny vozidel z vnitřku budovy a omezit velkoměstský hluk, jednak vítr a slunce způsobují pobyt v horních poschodích bez klimatizace nesnesitelný, protože se nemůže zabránit průvanu a intenzivní akumulaci tepla bez odpovídajícího umělého větrání.

Kancelářské budovy jsou často klimatizovány indukčními jednotkami. Příprava primárního vzduchu se děje v ústřední strojovně, ohřátí, po případě chlazení směřovaného vzduchu v konvektoru. Tyto jednotky umožňují individuální regulaci teploty. Konvektory se umísťují ponejvíce pod okna a jsou podle kvality zařízení vybaveny dvěma, třemi nebo čtyřmi přípojkami pro vodu. Zkažený vzduch se odvádí stropem nebo chodbou do atmosféry.

Kromě indukčních jednotek se používají také parapetní jednotky s vestavěným ventilátorem.

Pro rozvod velkého množství vnějšího vzduchu se volí vytápěcí, po případě chladičí zařízení, které je provedeno jako jedno nebo dvoupotrubní vysokotlaký systém. Tato zařízení vyžadují více drahého prostoru v mezistropích a jsou nákladnější než zařízení indukční.

Tam, kde se klimatizují jednotlivé místnosti, používají se klimatizační jednotky, které jsou umístěny buď pod okny nebo jinde v místnosti.

Pro výpočet potrubních sítí se používá číslicových a analogových počítačů.

Švýcarsko

Pro komfort se používá jednak klasické nízkotlaké zařízení, jednak vysokotlaká klimatizace. Vysokotlaká klimatizace byla v první etapě projektována a stavěna jako dvoupotrubní. V dalším vývoji se přešlo na jednopotrubní dvou- a třítrubkovou klimatizaci s indukčními jednotkami. Vývojové špičky bylo dosaženo čtyřtrubkovým indukčním zařízením.

S vývojem vysokotlaké klimatizace se postupně vyvíjela i regulace. Od regulace ventily na straně vody se přechází nyní na regulaci klapkami na straně vzduchu u indukčních jednotek s dvěma výměnkami. V sekundárních vodních sítích se tím udržuje stále stejný tlak i množství vody a reguluje se jen teplota vody. Jednotky pracují velmi pružně bez přechodových časů.

U administrativních budov, u nichž se stavějí přestavovatelné stěny, není případnými změnami místností dotčena klimatizace. Vodní systémy zůstávají beze změny v provozu, protože nejsou osazeny žádnými ventily.

Pro průmyslovou klimatizaci, pracující v agresivním prostředí, je nejdůležitější správná volba materiálu, z kterého musí být zařízení vyrobeno.

Pro přívodní potrubí se nejvhodnější ukázal hliník, zatímco pro odvod vzduchu se v mnoha případech používá nehořlavý polypropylen (u nás se doposud klimatizační potrubí z nových hmot až na výjimky neprosadilo).

Pro filtraci vzduchu se používají jako předfiltry filtry s velkým povrchem a s minimální dobou provozu 12 měsíců. K odstranění zápachu se používají filtry s aktivním uhlím. Tyto mají životnost bez regenerace 2—3 roky.

Výměnkami tepla se ještě před krátkou dobou vyráběly z oceli s pozinkováním. Probíhají zkoušky s galvanizovanými trubkami a hliníkovými lamelami, přičemž

se celý výměník namáčí do fenolové pryskyřice. V poslední době se též zkoušejí trubky z nerezové oceli s hliníkovými lamelami.

Pračky vzduchu mají vodní nádrž z nerezové oceli, vrchní část skříně a odlučovač kapek jsou z hliníku, zatímco držáky trysek a trysky jsou vyráběny z nových hmot. Všechny ostatní části pračky jako odlučovač kalu, plovákový ventil, šrouby atd. jsou z nerezové oceli.

Skříně ventilátorů a oběžná kola jsou ocelové, pozinkované a chráněny dvoukomponentním nátěrem. Hřídele a kuličková ložiska jsou z nerez.

Všechny ostatní části klimatizačního zařízení jsou ocelové a pozinkované.

Holandsko

V Holandsku se poměrně značně rozvíjí průmysl výroby klimatizačních zařízení, který je schopen uspokojit širokou poptávku.

Centrální komfortní zařízení se dělají jako jedno- nebo dvoupotrubní, nízko- tlaká nebo vysokotlaká. Tato zařízení jsou určena jednak pro letní provoz, jednak pro zimu. Vyrábějí se též indukční systémy, které umožňují celoroční provoz.

Vedle centrálních zařízení komfortních a průmyslových se vyrábějí jednotková zařízení pro klimatizaci malých nebo středně velkých místností, jako např. bytů, kanceláří, laboratoří, skladů aj.

Kromě nízko- tlakých zařízení s rychlostí vzduchu 6—8 m/s byly v Holandsku vyvinuty systémy, pracující s vyšší rychlostí vzduchu — až 25 m/s. Tato vysoko- tlaká zařízení si získala dobré jméno nejen v tuzemsku, ale i v zahraničí.

Systém, který stále získává většího rozšíření, především při klimatizaci velkých budov, je vysokotlaký systém s centrálním zařízením k úpravě čerstvého vzduchu a s indukčními jednotkami v místnosti.

Ke klimatizaci malých prostor, jako obchodů, konstrukčních kanceláří atd., dodává holandský průmysl různé druhy klimatizačních jednotek různých výkonů, které jednoduše mohou být bez základu postaveny do místnosti nebo namontovány pod okno.

Ke klimatizaci ateliérů, laboratoří, výroben, měřicích místností a výpočtových středisek se vyrábějí jednotky o vzduchovém výkonu 2 100—7 000 m³/h (10 000 až 30 000 kcal/h). Systém chlazení spočívá na přímém odpařování chladiva (freónu 22) ve výparníku, přes který proudí čerstvý vzduch.

Vývoz klimatizačních zařízení činil v r. 1966 asi 8,8 mil. hol. zlatých, z čehož 3,6 mil. hol. zlatých byl vývoz do NSR.

Švédsko

Ukazuje se, že i ve vysokých zeměpisných šířkách je klimatizace nutná pro velké tepelné zisky způsobené slunečním sáláním a že je nutno převážně vzduch chladit. Proto i ve Švédsku se rozvíjí velkým tempem průmysl klimatizace.

Firma Svenska—Fläktfabriken provádí vlastní vývoj klimatizace, zvláště indukčních jednotek. Specialitou této firmy jsou indukční jednotky Sanivent pouze na primární vzduch pro zdravotnictví.

Stejně jako ve Švýcarsku se pro výrobu používá v hojné míře nerezové oceli.

Itálie

Také zde se dostávají do popředí zájmu firmy vyrábějící klimatizační zařízení, jako např. fa Marlo, která přišla na trh první s indukčními jednotkami Twin-coil se dvěma výměňky na teplou a studenou vodu a s regulací obtokovými klapkami na straně vzduchu.

Austrálie

Protože podnebí v australských velkoměstech, položených na pobřeží nemá žádné extrémní kolísání, vyvíjela se vzduchotechnika v Austrálii jen zvolna. Ještě dnes jsou mnohé turbokompresory a téměř veškerá regulace dováženy. Ostatní části se vyrábějí podle vlastního vývoje nebo v licenci, takže se nabízejí jak jednotlivé výrobky, tak i velká centrální zařízení.

3. STAV KLIMATIZACE V ZST

V zemích socialistického tábora se klimatizace rozvíjí nestejně a pomaleji než v kapitalistických státech. Zatímco v ČSSR mají některé výrobky již vysokou technickou úroveň a lze je porovnávat s výrobky v KS, v jiných zemích se o klimatizaci v občanské výstavbě víceméně teprve uvažuje (PLR, SSSR) nebo jsou práce v počátcích (MLR).

Se stavem v ČSSR lze srovnávat pouze stav v NDR, kde byla výroba soustředěna do jednoho podniku a kde se otázkám klimatizace věnuje značná pozornost. Avšak i zde chybí, jako i v jiných ZST, dostatečná projekční kapacita i dostatečné zkušenosti s projektováním klimatizačních zařízení, zvláště VTK.

MLR

Současně prováděná centrální zařízení jsou převážně jednopotrubní nízkotlaká, v nejnужnějším případě zónová a dohřívací. U velkého počtu zařízení se nechladí vzduch v povrchových, nýbrž v mokřých chladičích.

Dvoupotrubní klimatizace nebyla dosud v budovách s mnoha místnostmi provedena. První dvoupotrubní nízkotlaké zařízení bylo vyvinuto pro strojírenskou halu pro přesnou výrobu, přičemž bylo dosaženo uspokojivých výsledků.

Vznik společenských budov s velkými zasklenými plochami a stěnami v lehkém provedení obvodového pláště vedl též v MLR k požadavku používání jednopotrubní vysokotlaké klimatizace. První indukční zařízení s dvoutrubkovým systémem bylo instalováno v kancelářské budově. V jednom provedení indukční jednotky proudí primární vzduch ze štěrbinové dýzy, v jiném z dýz z nových hmot. Regulace teploty se provádí regulační klapkou. Tří- a čtyřtrubková indukční zařízení nebyla v Maďarsku dosud postavena. Také zařízení s parapetními ventilátorovými jednotkami se dosud neprosadila.

NDR

V NDR je výroba klimatizačních zařízení soustředěna do VVB Luft- und Kälte-technik. Jednotlivé závody jsou specializovány, tak např. MAB Schkeuditz vyrábějí klimatizační skříně a indukční jednotky, Nema, Netzschkau, parapetní jednotky

apod. V NDR není dostatečná projekční kapacita, takže tuto činnost si objednávají v zahraničí, stejně jako dodávky speciálních zařízení, viz např. dodávka klimatizace pro Zeiss-Jena ze ZVVZ-Milevsko.

Pokud jde o kompresory pro klimatizaci, vyrábějí se v otevřeném nebo v polo-zavřeném provedení. Výrobce zatím ani do budoucna neuvažuje přejít na zavřené kompresory, což zdůvodňuje nemožností oprav.

PLR

Informací o vývoji polské vzduchotechniky je poměrně málo. Vzduchotechnický průmysl je roztržštěný do jednotlivých odvětví národního hospodářství: hutě, stavebnictví, strojírenství atd. si samy vyrábějí příslušná zařízení pro sebe.

Klimatizace se orientuje zřetelně podle speciálních požadavků různých staveb. Jen v málo případech se projektuje komfortní klimatizace. Ponejvíce se zkouší, kde je to jen trochu možné, vystačit s pečlivě projektovaným a provedeným větracím zařízením. Příčinou tohoto stavu jsou jednak hospodářské důvody, jednak klimatické podmínky Polska. V létě jsou vnější teploty jen krátký čas nad 25 °C. Teploty nad 30 °C se vyskytují v průběhu roku jen výjimečně. Z toho důvodu budou komfortní klimatizací v příštích letech vybaveny jen budovy s reprezentačním charakterem, jako např. velká státní opera, balet ve Varšavě nebo národní divadlo v Lodži. V ostatních divadelních sálech jsou představení v červenci a srpnu omezena nebo se větrá v noci. Totéž platí i o kinech, která jsou v létě méně navštěvována a částečně mohou být změněna v přírodní kina.

Jinak to vypadá v průmyslu. Vývoj různých průmyslových odvětví, zvláště chemického průmyslu, nutí klimatizační techniky k stále častějšímu navrhování klimatizace. Mimo typické výrobní prostory jsou klimatizací vybaveny např. závodní laboratoře, studovny a výpočtová střediska. Byly vyvinuty speciální přístroje pro vedení a rozdělení vzduchových proudů, jako např. různé typy anemostatů nebo perforovaných desek.

Delší tradici má však vysokotlaká klimatizace pro lodě (vyráběná z počátku v licenci).

SSSR

Klimatizace v SSSR má již padesátiletou tradici. Stále stoupající poptávka po klimatizačních zařízeních si vynutila výstavbu závodů, které se výhradně zabývají sériovou výrobou jednotlivých dílů i celých klimatizačních zařízení. Ležatá stavebnicová zařízení se vyrábějí pro množství vzduchu 10, 20, 40, 60, 80, 120, 160 a 240 tis. m³/h. Jsou tak upravena, že jedním m² průřezu proudí 10 000 m³/h vzduchu. Kromě největších dvou typů jsou vyráběna v plechovém provedení, avšak v poslední době se i u těchto zařízení přechází na plechové skříně.

Nedostatkem ležatých zařízení je značná spotřeba místa, která činí 8—12 % plochy klimatizovaného prostoru.

Jednotková zařízení se vyrábějí pro vzduchové výkony 1 500, 3 500, 7 500, 10 000, 15 000 a 20 000 m³/h.

Při projektování klimatizačních zařízení se vychází z těchto hodnot: Množství čerstvého vzduchu je pro místnosti s obsahem pod 20 m³ nejméně 30 m³/h na osobu, pro místnosti s obsahem 20—40 m³ minimálně 20 m³/h na osobu. V průmyslových halách bez oken a světlíků je předepsáno 40 m³/h na osobu. Množství čerstvého

vzduchu musí však být nejméně 10 % z celkového množství vzduchu, upravovaného klimatizačním zařízením.

Rozdíl teplot mezi vnitřním a přiváděným vzduchem musí ležet mezi 5—17 °C.

Nejčastěji se používají jednopotrubní klimatizační zařízení, zatímco dvoupotrubní klimatizace se provádí jen zřídka, a to proto, že není zajištěna výroba směšovacích komor.

Ekonomické výpočty ukázaly, že v mnoha případech jednotková zařízení jsou dražší při pořizování i v provozu. Proto se méně používají. V současné době se začíná stále více používat VTK.

Klimatizační zařízení s ventilátorovými nebo indukčními jednotkami se používají v budovách o mnoha místnostech, např. v hotelích, správních budovách, nemocnicích. K rozvodu tepla a chladu se používá třítrubkové sítě, což je podle údajů neekonomičtější. Ke klimatizaci bytů v horkých a suchých oblastech se používají okenní klimatizátory ve spojení s centrálním zařízením.

4. ZÁVĚR

Ze zhodnocení současné situace ve vyspělých průmyslových státech vyplývají tyto závěry:

1. Technickou úroveň v klimatizaci ovlivňují hlavně přední výrobci klimatizačních zařízení v USA.

2. V západoevropských státech největší výrobci vyrábějí většinou zařízení v americké licenci.

3. U jednotkových zařízení jsou chladicí výkony u západních výrobců značně vyšší než u našich jednotek jednak pro použití lepších chladiv (běžně freón 22), která u nás nejsou k dispozici, jednak výlučným používáním zavřených kompresorů s vysokou životností (průměrně 12 let).

4. Všeobecně je uznána nezbytnost klimatizování vylehčených budov. V hromadné bytové výstavbě není klimatizace používána. V ostatní výstavbě jsou užívána nízkotlaká zařízení podle účelu budovy.

5. Výškové budovy jsou povětšinou klimatizovány vysokotlakou klimatizací. Obchodní domy byly dosud vybavovány pouze nízkotlakými zařízeními, v projektech jsou zařízení pro obchodní domy smíšená, tj. menší místnosti jsou vybaveny VTK, do prodejních prostor bude i nadále vefukován upravený vzduch nízkotlakým systémem.

6. Široký rozsah kvalitních výrobků v kapitalistických státech a krátké dodací lhůty umožňují vytvářet spolehlivá zařízení.

7. Mezi ZST zaujímá ČSSR první místo nejen svou výrobou a technickou úrovní, ale hlavně stále se rozšiřujícím používáním klimatizace v průmyslové i občanské výstavbě. V ostatních státech, jako např. PLR, MLR se dosud klimatizace v širší míře nepoužívá. V těchto státech není též dostatečná projekční kapacita.

8. V SSSR se zatím klimatizují jen výjimečně stavby, jako např. palác RVHP, moskevská televizní věž aj., přičemž některá speciální zařízení jsou dovážena ze zahraničí (např. z NSR).

9. Směr nastoupený v ČSSR umožňuje nejen udržet si i nadále první místo v technické úrovni i vybavení nových budov klimatizačními zařízeními mezi ZST, ale i postupným zvětšováním konkurence a technickou spoluprací se zahraničními firmami dosažení světové úrovně jednotkových zařízení.

10. Pokud jde o ekonomické problémy, spojené s používáním klimatizace, objevila se v poslední době řada prací v americké literatuře. Bohužel však postupy rozborů nelze aplikovat na naše poměry. Jinak se klimatizace používá všude tam, kde z obchodního (konkurenčního) hlediska je bezpodmínečně nutná, jako např. v hotelích apod.

LITERATURA

1. Domáci

- Rozborová zpráva o stavu v klimatizaci 1966, ZVVZ-RO
- Klimatizace zítřka 1966, sborník ZP ČSVTS ZVVZ Pha 10 — Malešice
- Technicko-ekonomická studie č. 11 — Rozvoj teplárenství pro teplofikaci sídlišť a měst do r. 1980, 1966, Státní komise pro techniku
- Návrh hlavních směrů rozvoje vzduchotechniky 1966, ZVVZ-RO
- Výhled rozvoje oboru větrání a klimatizace 1967, studie VÚPS
- Popov P.: Zahřívání výrobky v oboru vytápění a vzduchotechniky 1967, ČSVTS — ÚK ZTV
- Kolektiv: Vysokotlaká klimatizace 1968, ČVUT
- Chybský J.: Současný stav a rozvoj oboru větrání a klimatizace 1968, zpráva pro ZVVZ
- Jelen B.: Studie o stavu vývoje VTK systémů ve světě 1968, závěrečná práce PGK-VTK na ČVUT

2. Zahraněční

- Keller: Entwicklungstendenzen in der Klimatechnik, Die Kälte, 18, 1965, 4, str. 209—213
- Die Entwicklung der Klimagebäude, Maschinenmarkt 72, 1966, 77, str. 21—24
- Daniels K.: Hochdruckklimagebäude 1967, VDI-Verlag
- Waddell I. R.: Air Conditioning trends in Australia, The Consulting Engineer 31, 1967, 11, str. 42—44
- Fischer L. H.: Heizungs- und Klimatechnik in Grossbritannien HLH 18, 1967, 11, str. 401
- Kamler W.: Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik in Polen HLH 18, 1967, 11, str. 413
- Fekete I.: Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik in Ungarn HLH 18, 1967, 11, str. 404
- Karpis E. E.: Stand der Klimatechnik in der UdSSR HLH 18, 1967, 11, str. 405—407
- Klimagebäude aus Holland, Schweizer Maschinenmarkt 1968, 1, str. 47—53
- Halmos Gy. G. B., Bowman H. B.: Die Luft- und schalltechnische Gesichtspunkte beim Bau der Klimagebäude des Konzert- u. Kongressgebäudes „De Doelen“ in Rotterdam HLH 19, 1968, 8, 9
- Mürrmann H.: Lufttechnische Anlagen für Krankenhäuser HLH 19, 1968, 8
- Herbst D.: Heizung und Lüftung im neuen Kaufhaus Wertheim in Berlin G-I 89, 1968, 4, str. 98—103
- Müller J., Lenz H.: Ausstattung und Betrieb der Heizungs- und Lüftungsanlagen in einem Kaufhaus G-I 89, 1968, 4, str. 103—111
- Polenske G.: Ein neuer Weg der Kaufhausklimatisierung G-I 89, 1968, 4, str. 111—115
- Küken H.: Lufttechnische Anlagen in Kaufhäusern HLH 19, 1968, 2, str. 55—59
- Haberstick M.: Stav klimatizace ve Švýcarsku 1968, přednáška v Praze
- Reisman A.: A general model for investment decisions HPAC 40, 1968, 4, str. 110—115; 5, str. 133—137
- Reisman A.: Deducing the methods of engineering economy from the general model HPAC 40, 1968, 6, str. 129—135
- O'Hara J. K.: Nomograph determines present worth, compound amount factors HPAC 40, 1968, 6, str. 151—152
- Reisman A.: Methods for choosing among competing investment opportunities HPAC 40, 1968, 9
- Haller F.: Hochdruck-Induktions-Klimagebäude, Klimatechnik 10, 1968, 4
- Bentzen J.: Induktionsgerät mit Ventilregelung, Schweiz. Blätter f. Heizung u. Lüftung 35, 1968, 2
- Hönnmann W.: Induktionsgerät mit Luftklappen-Regulierung, Schweiz. Blätter f. Heizung u. Lüftung 35, 1968, 2
- Koch—Emmery W.: Mehrzonengerät für Klimagebäude (INDAIR-Z), Klimatechnik 10, 1968, 9
- Nehring G.: Vysokotlaká klimatizační zařízení Předn. PRAGOTHERM, 1968

ROZHLEDY

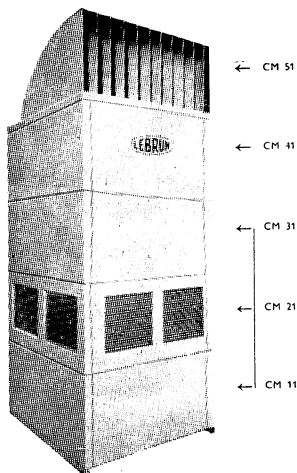
SPECIÁLNÍ KLIMATIZAČNÍ ZAŘÍZENÍ FIRMY LEBRUN S. A.

(Nimy, Mous — Belgie)

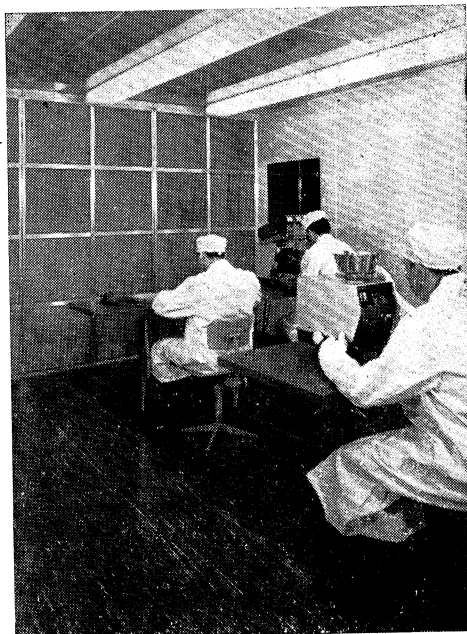
1. Skříňové klimatizátory pro chlazení skladových prostor

Jedná se o skříňové klimatizátory typu CMF, které jsou vhodné pro udržování vnitřní teploty skladů potravin, ovoce, zeleniny apod. Provoz skříně je řízen automaticky pokojovým termostatem a skříň pracuje většinou pouze s oběhovým vzduchem bez přísávání venkovního vzduchu. Skříň je vybavena kompresorem, vodou chlazeným srážníkem, ventilátrovou soupravou a výfukovou hlavicí. K pohonu ventilátoru je použito dvojitáčekového elektromotoru.

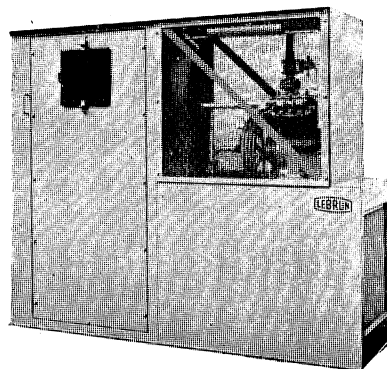
Klimatizátor je vyráběn ve 4 velikostech o chladicím výkonu 6 700 až 20 600 kcal/h (odpařovací teplota -10°C , kondenzační teplota $+25^{\circ}\text{C}$), množství vzduchu dopravovaného ventilátorem je při nižších otáčkách elektromotoru 11 500 až 36 600 m^3/h , při vyšších otáčkách elektromotoru 17 000 až 54 000 m^3/h . Spotřeba chladicí vody pro srážník je 1 250 až 4 000 l/h (minimální vstupní teplota vody $+10^{\circ}\text{C}$). Půdorysné rozměry klimatizátoru CMF se pohybují od $1\,253 \times 1\,253$ mm do $2\,506 \times 1\,253$ mm, výška všech typů je stejná — 3 065 mm. Čistá váha klimatizátoru se pohybuje od 700 do 1 400 kg. Celkový příkon skříně je 6,1 až 18,7 kW.



Obr. 1. Klimatizační skříň LEBRUN — CMF pro chladicím výkon 6 700 a 10 300 kcal/h.



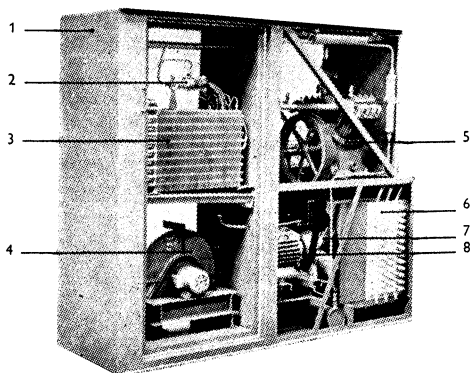
Obr. 2. Pohled do speciální prefabrikované stavebníkové komory pro absolutně čistý provoz (LEBRUN — Belgie)



Obr. 3. Vnější pohled na jednotku pro chlazení jeřábových kabin — typ LEBRUN — CA 3.

2. Prefabrikovaná stavebnicová komora pro absolutně čistý provoz

Firma LEBRUN vyvinula stavebnicovou montovatelnou komoru pro čistý provoz, kterou je možno sestavovat do libovolných velikostí podle požadavků objednatele. Šířka a délka komory může být libovolný násobek modulu 1 235 mm. Čistá vnitřní výška komory je stálá — 2 500 mm. Vnější výška komory je 3 100 mm. Komora je vybavena zařízením pro



Obr. 4. Vnější pohled na jednotku pro chlazení jeřábových kabin (viz obr. 3), ale s odejmutými bočními kryty (1 — nosná konstrukce, 2 — termostatický ventil, 3 — chladič vzduchu, 4 — radiální ventilátor pro přívod upraveného vzduchu do kabiny, 5 — kompresor, 6 — srážník chlazený vzduchem, 7 — šroubový ventilátor pro chlazení srážníku, 8 — elektromotor společný pro pohon kompresoru a šroubového ventilátoru).

filtraci a úpravu vzduchu. Strop, čelní a zadní stěna jsou dvojité, vnitřní čelní stěna je v celé ploše nahrazena vysokouúčinnými deskovými čelními filtry. Nad těmito filtry jsou umístěny radiální nehluké ventilátory, v prostoru mezi vnitřní (filtrační) a vnější čelní stěnou

jsou ještě umístěny předfiltry pro hrubší filtraci vzduchu. Vnitřní zadní stěna komory je perforovaná a do prostoru mezistropu je zaústěno přírodní potrubí klimatizační jednotky.

Činnost zařízení je následující: ventilátory umístěné nad filtry nasávají přes perforovanou zadní stěnu a pomocí dutého mezistropu vzduch z komory a přes filtry jej opět vhnějí vyčištěný a zbavený nežádoucích příměsí do komory zpět. V prostoru mezistropu též dochází k mísení čerstvého vzduchu přivedeného z klimatizační jednotky s oběhovým vzduchem nasátým z komory. Množství dopravovaného vzduchu a jeho parametry mohou být stanoveny podle požadavku uživatele komory.

Zaručená filtrační účinnost použitých filtrů je 99,97 % pro částice o velikosti 0,3 mikrónu. Při provozu zařízení nastává v komoře přetlak cca 2,5 kp/m². Komora je též vybavena vstupní předsíní. Veškeré části komory včetně osvětlení jsou prefabrikovány a montáž každé komory je prováděna výrobcem na místě. Zaručený součinitel prostupu tepla pro stěny je 0,6 kcal/m²h deg.

3. Jednotka pro chlazení ovzduší v jeřábových kabinách horkých provozů

Jednotka obsahuje kompresor, přímý chladič vzduchu, srážník chlazený vzduchem, filtr vzduchu a ventilátorové soustrojí. Jednotka je speciálně upravena pro provoz v horkém prostředí a je vyráběna ve dvou velikostech — typy CA 3, CL 4 o chladičím výkonu 5 000 a 7 600 kcal/h. Množství upraveného vzduchu je 1 000 a 1 500 m³/h, jako chladičivo je použito R 114, celkový příkon je asi 3,2 a 4 kW. Ovládání celého soustrojí je buď ruční pomocí tlačítkového spínače, nebo automatické pomocí termostatu.

Vnější rozměry obou typů jsou shodné (2 150 × 780 × 1 900 mm), pouze váha je rozdílná — 750 a 950 kg.

Popov

KŘEMENNÁ INFRAČERVENÁ ŽÁROVKA 1 000 W

V národním podniku TOVOS - Praha *) byl vyvinut nový zdroj, patřící do skupiny tzv. halogenových žárovek, *křemenná infračervená žárovka 1 000 W*. Je to další typ zdroje, určeného pro obor přenosu tepla zářením.

Maximum vyzařované vlnové délky je v oblasti 1,1 až 1,2 μm. Tento zářič lze tedy zařadit mezi krátkovlnné neboli svítivé zdroje tepelného záření, jako jsou známé sušicí žárovky Tesla 250 W.

Vlastním zdrojem tepla je wolframové

*) Bývalý n. p. TESLA Holešovice,, Jankovcova 15, Praha 7

vlákno, žhavené asi na 2 400 °C (2 673 °K), které je zataveno v trubkové baňce z křemenného skla v atmosféře netečného plynu s příměsí halogenů. Vlákno je jednoduše vinutá spirála, umístěná v podélné ose křemenné trubice a je nesena pružnými podpěrami z wolframového drátu. Křemenné sklo má vysokou propustnost pro krátkovlnné infračervené záření a v oblastech 3 μm se stává samo zdrojem druhotného záření.

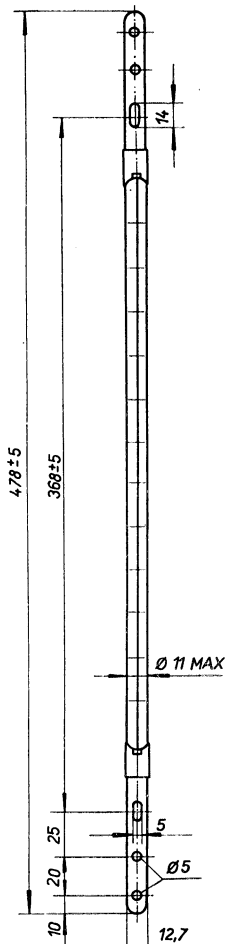
Tato křemenná infražárovka je určena pro obdobné aplikace jako klasické sušicí žárovky s hruškovou baňkou, ale hlavně pro takové výkony přenosu tepla, na které již sušicí žárovky nestačí.

Křemenné infražárovky mají některé speciální vlastnosti:

1. Jednoduchý trubcový tvar umožňuje vysoké koncentrace tepelných zdrojů na jednotku plochy. V zařízení, určeném pro přenos tepla, lze dosáhnout až 37 W na jeden cm délky zářiče.
2. Malá hmota zářiče snižuje radikálně nabíhací i dobíhací doby po zapnutí nebo vypnutí zdroje.
3. Malé rozměry zářiče umožňují vysokou koncentraci zářičů při jejich montáži vedle sebe a tím lze docílit vysokých výkonů na jednotku plochy topného zařízení.
4. Malé rozměry zářiče jsou vhodné pro dodatečnou montáž do stávajících tepelných zařízení.
5. Zářiče z křemenného skla jsou mechanicky pevnější a z toho důvodu jsou v praxi odolnější, nežli klasické sušicí žárovky s baňkami z obyčejného skla.
6. Křemenné sklo je odolnější na agresivní prostředí nežli obyčejné sklo.
7. Zanedbatelný koeficient roztaživosti křemenného skla dovoluje realizovat zářič odolný proti náhlým změnám teplot. Zářič snese bez následků tepelný šok, jako je polití vodou, postříkání, nebo dotyk s ledem.
8. Křemenná trubice pohlcuje záření v oblastech od 3 μm a projevuje se jako druhotný zářič a tím trochu rozšiřuje spektrum záření od vlastního wolframového vlákna.
9. Vysoké emisní teploty tohoto zářiče dávají velmi dobrý předpoklad pro prostup a přenos tepelného záření vzduchem.
10. Nasazený halogenový cyklus zajišťuje velmi dlouhý život zářiče — 5 000 hodin. Halogeny regenerují wolframové vlákno, čistí vnitřní povrch baňky, a to způsobuje, že se parametry zářiče během života téměř nemění.
11. Vlákno, umístěné v ose trubice, umožňuje přesné optické zpracování pomocí jednoduchých reflektorů korytkového tvaru. Vhodné volenými a upravenými reflektory

lze dosáhnout vysoce rozptýlného a stejnoměrného zářivého pole nebo naopak vysoce koncentrovaného ozáření určitého místa.

12. Lze dosahovat teplot 400—900°, a to za velmi krátkou dobu.
13. Provedení zářiče zaručuje dobrou elektrickou izolaci, spolehlivou funkci a jednoduchou výměnu zdrojů v údržbě.
14. U tohoto zdroje se dají používat všechny známé druhy regulace za účelem dosažení optimálního tepelného účinku:
 - a) změnou napětí,
 - b) vypínáním nebo připojováním jednotlivých zdrojů nebo jejich okruhů,
 - c) změnou vzdáleností zdrojů od zpracovávaného zboží,

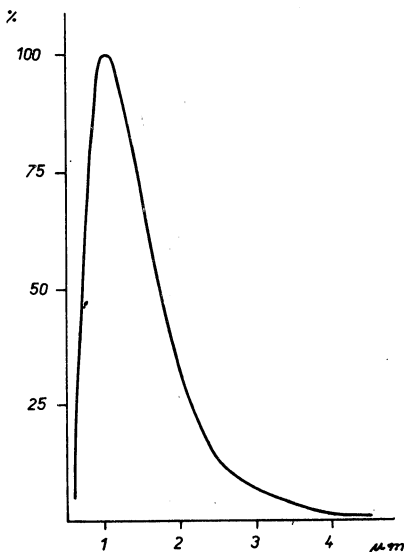


Obr. 1. Křemenná infražárovka Tesla 1 000 W, 230 V.

d) změnou rychlosti průchodu ozařovaných předmětů.

15. Tvar a rozměry zářičů poskytují možnost dalšího zmenšování konstrukcí tepelných zařízení a dalších speciálních možností. Taková zařízení mají potřebnou flexibilitu, lehkost i pohyblivost.
16. Provoz s těmito zářiči je velmi čistý, bez škodlivých spodin spalováním.
17. Zařízení s těmito zářiči znamenají nečekané zkrácení topných procesů.

Rozměry křemenné infražárovky 1 000 W jsou patrné z obr. 1, spektrální rozložení energie záření z obr. 2.



Obr. 2. Spektrální rozložení energie záření křemenné infražárovky Tesla 1 000 W, 230 V.

Informativní technická data

Jmenovité napětí	V	230
Jmenovitý příkon	W	1000
Barevná teplota	°K	2400
Max. vlnové délky	μm	1,1—1,2
Jmenovitý život	h	5000
Pracovní poloha		převážně vodorovná
Baňka trubková		čiré křemenné sklo
Spirála		jednoduše vinutá
Patice		speciální
Jištění		pojistka 6 A

Všeobecné aplikace, pro něž se tyto zářiče zvláště hodí:

1. Nejrozmanitější úkoly sušení materiálů.
2. Pro sušení, vytvrzování nebo polymerizaci syntetických laků.
3. Pro měkčení a polymerizaci PVC fólií a vrstev.
4. Pro sterilizaci v potravinářském, konzervářském průmyslu.
5. Pro vulkanizaci, kalcinizaci, sterilizaci a stabilizaci materiálů v oboru výroby umělých hmot a při jejich zpracování.
6. Při předehřívání, temperování cest při výrobě papíru, tisku a textilií; pro různé sušiči pochody v těchto průmyslových oborech.
7. Při sušení konvekci v těch případech, kdy vrstva ředícího prostředku by absorbovala účinek samotného infračerveného záření a nebo pro případ rychlé difúze ředidel.
8. Pro úkoly výjimečně úzce směřovaného záření.
9. Pro úkoly, kde se vyžadují vyšší teploty a vyšší rychlosti ohřevu.
10. Pro ohřev osob prodlévajících na otevřeném prostranství nebo v místech přechodného pobytu, pro ohřev míst, kde se jiné způsoby ohřevu neosvědčují (otop skladišť, shromaždišť apod.).
11. Přídavný ohřev různých míst a zařízení, jako dodatečné řešení.

V následující tabulce, převzaté z dokumentace fy Mazda, jsou uvedeny některé informace pro stavbu radiálních zařízení.

Teplota, které se má dosáhnout [°C]	Počet zářičů na 1m ² [ks]	Rozeč mezi osami zářičů [cm]	Počet řad zářičů
100	6	50	2
200	15	20	5
300	30	10	10
400	100	3	32
500	175	1,7	58
600	250	1,2	83

Pro provoz infračervených křemenných žárovek je nutno dbát těchto zásadních pravidel:
— Topná zařízení se musí konstruovat tak, aby zatavené konce žárovky nebyly vystaveny vyšší teplotě nežli je 300 °C. V případech, kdy se v topném prostoru docílí vyšších teplot, je třeba konce žárovek stí-

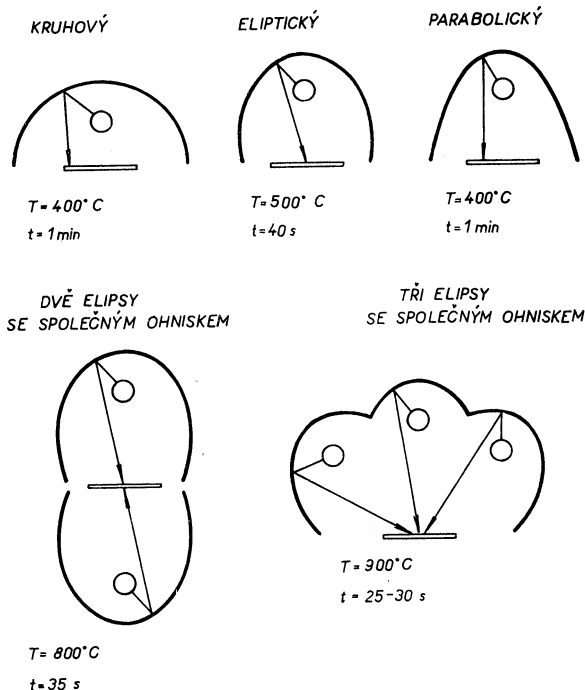
nit, vyčlenit z topného prostoru nebo větrat proudem vzduchu.

— Křemenné sklo se nemá zbytečně vystavovat dotekům prstů. Po namontování se doporučuje očištění skla klůčkem, navlhčeným v lihu.

Náčrtky profilů reflektorů jsou převzaty z dokumentace fy Mazda (obr. 3).

T — teplota, měřená černým tělískem (1/10 mm),

t — doba, za kterou se dosáhne teploty T .



Obr. 3. Tvary reflektorů pro směřování záření.

Sedláček

● Francouzské nároky na úhradu škody leteckými společnostmi

Ve Francii vzneslo 10 městských rad z pařížského obvodu žalobu o náhradu škody proti třem významným mezinárodním leteckým společnostem k úhradě nákladů za opravu a opatření na ochranu proti hluku tryskových letadel na budovách v blízkosti letiště Orly. Air France, Pan American World Airways a Trans World Airlines byly obviněny, že

vyzařováním hluku způsobily veřejné pohoršení. Přesná cifra odškodnění bude známa po ukončení šetření expertů, neoficiální odhad hovoří o několika miliónech dolarů. Tento proces je posledním krokem v boji, který vedou obyvatelé předměstí Orly proti hluku tryskových letadel.

The Journal of the Acoustical Society of America

(Ra)

RECENZE

Vostatek, M. MEMBRÁNOVÉ ULTRAFILTRY A JEJICH APLIKACE

Vydal n. p. VCHZ Synthesia Semtín, závod Uhřetínves 1968, str. 144, obr. 70, grafů 5, tabulek 4, cena 25 Kčs.

Výrobce membránových filtrů vydal tuto brožurku, která popisuje jejich sortiment, vlastnosti, použití a metodiku práce s ultrafiltry. Autor uvádí všeobecnou metodiku práce, kde jsou odstavce o sterilizaci, zprůhledňování, zvýšení rozlišovacích schopností, spalování apod. Další část pak pojednává o po-

užití Synporů v biologických disciplínách, při práci s aerosoly a v analytické chemii.

Problematika aerosolů zahrnuje jak popis pracovních metodik, přípravy filtrů, hodnocení, pozorování pod elektronovým mikroskopem, tak i popis přístrojové techniky a praktického použití metod membránové filtrace v praxi. Zmiňuje se i o aerosolech kapalných a radioaktivních. Konečně chemická část ukazuje na zajímavé využití ultrafiltrů při chemické analýze vod, chromatografii bílkovin atd.

Brožurka je přehledně uspořádána a doplněna dostatečným množstvím obrázků i literárních odkazů. Umožní orientaci všem, kdož při své práci používají ultrafiltry.

Matějček

LITERATURA

Gesundheits-Ingenieur 89 (1968), č. 11

- Neuere Entwicklungen in der Klima-Kältetechnik (Novější vývoj v klimatizaci a chlazení) — *Hilbert S.*
Zur Problematik der Heizkörperprüfung (K problematice zkoušení vytápěcích těles) — *Raiss W., Lochau R.*
Zur Klimatisierung von Hörsaal und Theater (Ke klimatizaci posluchárny a divadla) — *Kollmar A.*
Strömungswiderstände in 90°-Rohrkrümmern (Tlakové ztráty v devadesátistupňových kolenech) — *Lee Ch. S.*

Gesundheits-Ingenieur 89 (1968), č. 12

- Die Belüftung von geschlossenen Grossgaragen (Větrání uzavřených velkogaráží) — *Lillich K. H.*
Einfluss der Strahlung bei der Bestimmung der Wärmeleistung von Raumheizkörpern (Vliv sálání při určování tepelného výkonu vytápěcích těles) — *Bach H.*
Vergleichende Untersuchungen mit einem kontinuierlich arbeitenden Staubmonitor (Srovnávací výzkum kontinuálně pracujícím prachovým monitorem) — *Aurand K., Lahmann, E., Rühle H.*
Strömungswiderstände in 90°-Rohrkrümmern (Tlakové ztráty v devadesátistupňových kolenech) — *Lee Ch. S.*

Heating, piping and air conditioning 40 (1968), č. 11

- Mechanical system design for Texas A—M cyclotron (Řešení mechanických systémů pro cyklotron texaské university) — *Williamson J. C.*
How to prevent boiler tube corrosion (Jak zabránit korozi kotelních trubek) — *Hinst H F.*
Ventilation design for 1 000 car parking garage (Návrh větrání pro parkovací garáž pro 1.000 vozů) — *Fellenbaum B.*
Well water is quench medium in new heat treatment facility (Studniční vody chladicím médiem v novém objektu pro tepelné zpracování kovů) — *Rose Ch. F.*
Time integrated solar heat gain factors with inside shading (Tepelné zisky z oslunění pro skla s vnitřním stíněním) — *Sun T. Y.*
Some extended examples of analyses using the general model (Vybrané příklady analýsy hospodárnosti provozu zařízení za použití obecného vzorce pro výpočet) — *Reisman A.*
Nomograph for fan law (Nomogram pro výpočet základních parametrů ventilátorů) — *Yevak R. J.*

Heizung, Lüftung, Haustechnik 19 (1968), č. 11

- Druckregelkreise in der Luft- und Klimatechnik (Regulační okruhy ve vzduchotechnice a klimatizaci) — *Heck E.*
- Vom praktischen Nutzen theoretischer Untersuchungen für die Klimaregelung (Praktické využití teoretického výzkumu pro regulaci klimatizace) — *Junker B.*
- Die moderne Klimaregelung als Beispiel für die dezentralisierte Regelung kleiner Wärme- und Kälteverbraucher (Moderní regulace klimatizace příkladem pro decentralizovanou regulaci spotřebičů tepla a chladu) — *Weber F.*
- Die Automatisierung in Gebäuden (Automatizace v budovách) — *Hollmann W.*
- Überwachung von haustechnischen Anlagen durch Leitsysteme und elektronische Rechner (Řízení domácích technických zařízení řídicími systémy a elektronickými počítači) — *Krause W.*
- Möglichkeiten zur Optimierung stetiger Regler in der Heizungs- und Klimatechnik (Možnosti optimalizace regulátorů ve vytápění a klimatizaci) — *Cerbe G.*
- Einzelraum-Temperaturregelung mit Fernsteuerung bei Warmwasserzentralheizungen (Dálková regulace teploty jednotlivých místností u ústředního teplovodního vytápění) — *Mayer E.*
- Planung einer Europäischen Rechenzentrens für lufttechnische Anlagen (Projekt Evropského výpočtového střediska pro vzduchotechnická zařízení).
- Regelprobleme bei der Wohnraumheizung (Problémy regulace u vytápění bytů) — *Müller H.*
- Statisches und dynamisches Verhalten einer Heizungsvorlauf-Temperaturregelung mit Mischventilen (Statické a dynamické vlastnosti regulace teploty vytápěcího pochodu se směšovacími ventily) — *Gasior W.*
- Bestimmung der Regelverluste von Netzumwälzpumpen bei Fernheizwerken (Stanovení regulačních ztrát oběhových čerpadel u dálkových tepláren) — *Kosicki S.*
- Dehnstoffarbeitselemente als Temperaturregelgeräte ohne Hilfsenergie (Regulace teploty roztaženými materiály bez pomoci energie).

Heizung, Lüftung, Haustechnik 19 (1968), č. 12

- Kombinierte Beleuchtung und Klimatisierung zur Konditionierung von Arbeitsräumen (Kombinované osvětlení s klimatizací k úpravě vzduchu v pracovních místnostech) — *Söllner G.*
- Hohe Schallschutzforderungen bei haustechnischen Einzelanlagen und ihre Erfüllbarkeit im Wohnungsbau (Vysoké požadavky na ochranu před hlukem u domácích zařízení a jejich splnění v bytové výstavbě) — *Neubert H.*
- Geräteräume für Lüftungszentralen in Fertigbauweise (Stavebnicové strojovny pro větrání). Klimakonvektor mit Schiebersteuerung der Sekundärluft (Klimakonvektor s regulací oběhového vzduchu šoupátko).
- Gasspezialheizkessel mit indirekt beheiztem Brauchwasserspeicher (Speziální plynový kotel s nepřímým vytápěním zásobníku užitkové vody).
- Gasverteilung und Gasmessung im industriellen Verbrauch (Rozdělení a měření plynu při průmyslové spotřebě).
- Einfluss der Querschnittsform auf die Druckverluste infolge Rohrreibung bei turbulenter Strömung (Vliv tvaru průřezu na tlakové ztráty třením při turbulentním proudění) — *Reuner J.*

Illuminating Engineering 63 (1968), č. 9

- Abstracts of 1968 IES conference papers (Abstrakta z materiálů z konference IES),
Research—vision and physiological (Výzkum vidění a fyziologie),
Photometry (Fotometrie),
Roadway applications and light sources (Uliční osvětlení a světelné zdroje),
Indoor applications panel (Aplikace ve vnitřních prostorech — světelné výpočty),
Applications — basic (Základní aplikace),
Light sources, high intensity discharge (Světelné zdroje s velkým výkonem),
Applications, indoor (Aplikace ve vnitřních prostorech — světelné klima),
Special applications (Speciální aplikace).
- Některé závažné příspěvky:*
Colour contrast vs luminance contrast (Barevný kontrast proti jasovému kontrastu) — *Eastman A. A.*

- Visual performance—further data on complex test objects (Další údaje ke komplexnímu pojetí zkušebních objektů při zrakovém výkonu) — *McNelis J. F., Guth S. K.*
- A more complete quantitative method for specification of interior illumination levels on the basis of performance data (Úplná kvantitativní metoda pro určování hladin ve vnitřním osvětlování na základě údajů o zrakové výkonnosti) — *Blackwell H. R.*
- Roadway surface classification (Klasifikace povrchů vozovek) — *King J. E., Finch D. M.*
- Angular coordinate system for computing visual comfort (Pravouhklá souřadnicová soustava pro stanovování zrakové pohody) — *Jones J. R.*
- Angular coordinate system for computing illumination at a point (Pravouhklá souřadnicová soustava pro určování osvětlení v bodě) — *Jones J. R., Le Vere R. C., Ivanicki N., Chesebrough P.*
- A simplified method for calculation illumination at a point from a lighting system (Jednoduchý způsob výpočtu osvětlení v bodě od osvětlovací soustavy) — *Allen C. J.*
- Extending and applying the IES visual comfort rating procedure (Rozšiřování a používání postupu výpočtu zrakové pohody podle IES) — *McGovan T. K., Guth S. K.*
- On directional reflectances of room surfaces (Směrové odraznosti vnitřních povrchů) — *O'Brien P. F., Gomez A. V.*
- A study of light sources for application in aquare modules for office lighting (Studie světelných zdrojů pro použití ve čtvercových svítidlech v kancelářích) — *Fuchs J., Madonia T. S.*
- Visibility of specular tasks in metal and painted surfaces (Viditelnost zrkavých úkolů na kovových a natíraných površích) — *Frier J. P., DeKoker N.*
- The scissors curve method of evaluating discomfort glare (Nůžková metoda při stanovování zrakové nepohody z oslnění) — *Fry G. A.*
- Photometric and thermal testing of air and liquid cooled heat transfer luminaires — Part I — Air cooled luminaires (Fotometrické a tepelné testování svítidel s chlazením vzduchem nebo kapalinami — část I — Vzduchem chlazená svítidla).

Illuminating Engineering 63 (1968), č. 10

- In office and school... perimeter lighting is what counts (Obvodové osvětlení v kancelářích a školách je zásadou) — *Finn J. F.*
- Many living rooms in one (Proměnný obytný prostor) — *Briggs P. L.*
- Lighting for color print inspection (Osvětlení kontrolních pracovišť v tiskárně barev).
- Sound levels of high intensity discharge ballasts (Vysoké hladiny hluku jsou určovány předradníky) — *Hughes W. B.*
- Biological implications of artificial illumination (Biologické důsledky umělého osvětlování) — *Wurtman R. J.*
- Introducing SI units (Zavádění mezinárodních jednotek) — *Kaufman J. E.*

ztv
3

Zdravotní technika a vдуchotechnika. Ročník 12. Číslo 2, 1969. Vydává Čs. vědeckotechnická společnost, komise pro zdravotní techniku a vдуcho-techniku, v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, Praha 1. Adresa redakce: Praha 4, Dvorecká 3. — Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská 14, Praha I. Lze také objednat u každé pošty nebo doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vychází 6 čísel ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 8,— (cena pro Československo). Předplatné Kčs 48,—; US \$ 7,—; Lstg 2,18,6; DM 28,— (cena v devisách). Tiskne Tisk, knižní výroba, n. p., Brno, závod 1. Toto číslo vyšlo v srpnu 1969.

© by Academia, nakladatelství Československé akademie věd 1969.

DOC. ING. JAROSLAV CHYSKÝ, CSc.

VLHKÝ VZDUCH —
PODKLADY
PRO VÝPOČET
ÚPRAV VZDUCHU

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA A VZDUCHOTECHNIKA

ROČ. 12 (1969) č. 3

ACADEMIA — NAKLADATELSTVÍ ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD

VLHKÝ VZDUCH – PODKLADY PRO VÝPOČET ÚPRAV VZDUCHU

Fyzikální vlastnosti suchého vzduchu — *tab. I*

Plynová konstanta: $R_L = 287,11 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Tab. I. Fyzikální vlastnosti suchého vzduchu při tlaku 760 torr*)

t [°C]	ρ [kg m ⁻³]	$10^{-3}c_p$ [J kg ⁻¹ deg ⁻¹]	$10^2\lambda$ [W m ⁻¹ deg ⁻¹]	$10^6\alpha$ [m ² s ⁻¹]	$10^6\mu$ [Ns m ⁻²]	$10^6\nu$ [m ² s ⁻¹]	Pr —
—40	1,515	1,012	2,12	13,78	15,2	10,04	0,728
—30	1,453	1,011	2,20	14,92	15,7	10,80	0,723
—20	1,395	1,009	2,28	16,19	16,2	11,79	0,716
—10	1,342	1,008	2,36	17,44	16,7	12,43	0,712
0	1,293	1,007	2,44	18,81	17,2	13,28	0,707
10	1,247	1,006	2,51	20,06	17,7	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,42	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	22,86	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	24,31	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	25,72	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,006	2,90	27,19	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,006	2,97	28,56	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,007	3,05	30,19	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,008	3,13	31,89	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,010	3,21	33,64	21,9	23,13	0,688
120	0,898	1,011	3,34	36,83	22,8	25,45	0,686
140	0,854	1,013	3,49	40,33	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,016	3,64	43,89	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,020	3,78	47,50	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,025	3,93	51,36	26,0	34,85	0,680

*) Přepočteno podle Čirkin, V., S.: Těpofyzické vlastnosti materiálů. Moskva 1959, 356 s.

Měrná hmotnost vlhkého vzduchu

$$\rho = \rho_{L,p} - C \cdot \varphi, \quad C = \frac{1,317 \cdot 10^{-3}}{T} p_D''$$

Hodnoty C jsou uvedeny v *tab. II*.

Jiné vztahy:

$$\rho = \frac{1}{R_L T} (p - 0,378 p_D'') = \frac{1}{R_L T} \left(p - \frac{3}{8} \varphi p_D'' \right) \quad [\text{kg m}^{-3}]$$

$$\rho = \frac{p(1+x)}{R_D T(0,622+x)} \quad [\text{kg m}^{-3}]$$

Měrné hmotnosti suchého vzduchu pro obvyklé tlaky a teploty jsou v *tab. II*.

Pro běžné tlaky a teploty vzduchu lze určit měrnou hustotu i ze spojnicového nogramu (*obr. 1*).

Tab. II. Měrné hmotnosti suchého vzduchu ρ_L [kg m⁻³]

t [°C]	p [torr]											C kg m ⁻³
	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	
-20	1,322	1,332	1,341	1,350	1,360	1,368	1,377	1,387	1,396	1,405	1,414	0,000
-19	1,317	1,327	1,336	1,345	1,355	1,363	1,372	1,382	1,391	1,400	1,409	0
-18	1,312	1,322	1,331	1,340	1,350	1,358	1,367	1,377	1,386	1,395	1,404	0,001
-17	1,307	1,317	1,326	1,335	1,345	1,353	1,362	1,372	1,381	1,390	1,399	1
-16	1,302	1,311	1,321	1,330	1,340	1,348	1,357	1,367	1,376	1,385	1,394	1
-15	1,297	1,306	1,316	1,325	1,335	1,343	1,352	1,362	1,371	1,380	1,389	0,001
-14	1,292	1,301	1,311	1,320	1,330	1,338	1,347	1,357	1,366	1,375	1,384	1
-13	1,287	1,296	1,306	1,315	1,325	1,333	1,342	1,352	1,361	1,370	1,379	1
-12	1,282	1,291	1,301	1,310	1,320	1,328	1,337	1,347	1,356	1,365	1,374	1
-11	1,277	1,286	1,296	1,305	1,315	1,323	1,332	1,342	1,351	1,360	1,369	1
-10	1,272	1,281	1,291	1,300	1,310	1,318	1,327	1,337	1,346	1,355	1,364	0,001
-9	1,267	1,276	1,286	1,295	1,305	1,313	1,322	1,332	1,341	1,350	1,359	1
-8	1,262	1,271	1,282	1,290	1,300	1,308	1,317	1,327	1,336	1,345	1,354	1
-7	1,257	1,267	1,277	1,285	1,295	1,303	1,312	1,322	1,331	1,340	1,349	0,002
-6	1,252	1,262	1,273	1,280	1,290	1,298	1,307	1,317	1,326	1,335	1,344	2

t [°C]	p [torr]											C kg m ⁻³
	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	
—5	1,248	1,257	1,268	1,275	1,285	1,293	1,302	1,312	1,321	1,330	1,339	0,002
—4	1,244	1,253	1,263	1,271	1,280	1,288	1,297	1,307	1,316	1,325	1,334	2
—3	1,240	1,250	1,258	1,266	1,275	1,283	1,292	1,302	1,311	1,320	1,329	2
—2	1,235	1,244	1,253	1,261	1,270	1,278	1,287	1,297	1,305	1,315	1,324	0,003
—1	1,231	1,240	1,248	1,256	1,265	1,273	1,282	1,292	1,299	1,310	1,319	3
0	1,227	1,235	1,244	1,252	1,260	1,269	1,278	1,287	1,293	1,305	1,314	0,003
1	1,222	1,230	1,239	1,247	1,256	1,264	1,273	1,282	1,291	1,300	1,309	0,003
2	1,218	1,226	1,234	1,242	1,251	1,259	1,268	1,277	1,286	1,295	1,304	3
3	1,214	1,222	1,230	1,237	1,247	1,255	1,264	1,272	1,281	1,290	1,299	0,004
4	1,209	1,217	1,225	1,233	1,242	1,251	1,259	1,267	1,276	1,285	1,294	4
5	1,204	1,212	1,220	1,228	1,237	1,245	1,253	1,262	1,271	1,280	1,289	4
6	1,199	1,208	1,216	1,224	1,232	1,241	1,249	1,257	1,266	1,275	1,284	0,004
7	1,195	1,203	1,211	1,220	1,228	1,236	1,245	1,253	1,261	1,270	1,279	4
8	1,191	1,199	1,207	1,215	1,224	1,232	1,240	1,248	1,257	1,265	1,274	0,005
9	1,186	1,195	1,203	1,211	1,219	1,227	1,236	1,244	1,252	1,260	1,269	5
10	1,182	1,190	1,199	1,207	1,215	1,223	1,231	1,240	1,248	1,256	1,264	0,006
11	1,178	1,186	1,194	1,203	1,211	1,219	1,227	1,235	1,243	1,251	1,260	0,006
12	1,174	1,182	1,190	1,198	1,206	1,215	1,223	1,231	1,239	1,247	1,255	0,007
13	1,170	1,178	1,186	1,194	1,202	1,210	1,218	1,227	1,235	1,242	1,251	7
14	1,166	1,174	1,182	1,190	1,198	1,206	1,214	1,222	1,230	1,237	1,246	0,008
15	1,162	1,170	1,178	1,186	1,194	1,202	1,210	1,218	1,226	1,234	1,242	8
16	1,158	1,166	1,174	1,182	1,190	1,198	1,206	1,214	1,222	1,230	1,238	0,008
17	1,154	1,162	1,170	1,178	1,186	1,194	1,202	1,210	1,218	1,227	1,234	0,009
18	1,150	1,158	1,166	1,174	1,182	1,190	1,198	1,206	1,213	1,222	1,229	9
19	1,146	1,154	1,162	1,170	1,178	1,186	1,194	1,202	1,209	1,217	1,225	0,010
20	1,142	1,150	1,158	1,166	1,174	1,182	1,190	1,198	1,205	1,213	1,221	0,011
21	1,138	1,146	1,154	1,162	1,170	1,178	1,186	1,194	1,201	1,209	1,217	0,012
22	1,134	1,142	1,150	1,158	1,166	1,174	1,182	1,190	1,197	1,205	1,213	12
23	1,130	1,138	1,146	1,154	1,162	1,170	1,178	1,186	1,193	1,201	1,209	0,013
24	1,127	1,134	1,142	1,150	1,158	1,166	1,174	1,182	1,189	1,197	1,205	13
25	1,123	1,130	1,138	1,146	1,154	1,162	1,170	1,178	1,185	1,193	1,201	0,014
26	1,119	1,127	1,134	1,142	1,150	1,158	1,166	1,174	1,181	1,189	1,197	0,015
27	1,115	1,123	1,131	1,138	1,146	1,154	1,162	1,170	1,177	1,185	1,193	0,016
28	1,111	1,119	1,127	1,134	1,142	1,150	1,158	1,166	1,173	1,181	1,189	16
29	1,108	1,115	1,123	1,131	1,139	1,146	1,154	1,162	1,169	1,177	1,185	0,017
30	1,104	1,112	1,119	1,127	1,135	1,142	1,150	1,158	1,166	1,173	1,181	0,018
31	1,100	1,108	1,115	1,123	1,131	1,139	1,146	1,154	1,162	1,169	1,177	0,019
32	1,097	1,104	1,112	1,120	1,127	1,135	1,143	1,150	1,158	1,165	1,173	0,020
33	1,093	1,101	1,108	1,116	1,124	1,131	1,139	1,146	1,154	1,162	1,169	0,022
34	1,090	1,097	1,105	1,112	1,120	1,128	1,135	1,143	1,150	1,158	1,165	0,023
35	1,086	1,094	1,101	1,109	1,116	1,125	1,131	1,139	1,147	1,154	1,162	0,024

Nejdůležitější tepelné hodnoty pro vodní páru a vodu

Tlak sytých par:

pro teploty $-20 + 0$ °C:

$$\log p_D'' = 8,558 - \frac{2\,670}{T} \quad [\text{N m}^{-2}]$$

pro teploty $0-100$ °C:

$$\log p_D'' = \frac{658 + 10,24 t}{236 + t} \quad [\text{N m}^{-2}].$$

Plymová konstanta:

$$R_D = 461,5 \quad [\text{J kg}^{-1} \text{ °K}^{-1}]$$

Kritický stav:

$$t_{\text{krit}} = 374,15 \quad [^\circ\text{C}],$$

$$p_{\text{krit}} = 2\,212,9 \quad [\text{N cm}^{-2}].$$

Pro tlak 735,6 torru:

teplota tuhnutí	0	[°C],
teplota varu	99,09	[°C],
výparné teplo	2 258,8	[kJ kg ⁻¹],
skupenské teplo tání	333	[kJ kg ⁻¹].

Výparné teplo při 0 °C: 2 501 [kJ kg⁻¹].

Střední měrné teplo při stálém tlaku:

$$c_{pD} = 1,84 \quad [\text{kJ kg}^{-1} \text{ deg}^{-1}].$$

Měrné teplo vody:

$$c_W = 4,187 \quad [\text{kJ kg}^{-1} \text{ deg}^{-1}].$$

Měrné teplo ledu:

$$c_E = 2,09 \quad [\text{kJ kg}^{-1} \text{ deg}^{-1}].$$

Entalpie vlhkého vzduchu:

$$i = 1,01 t + (2\,500 + 1,84 t) x \quad [\text{kJ kg}^{-1} \text{ s. v.}].$$

Měrná vlhkost vzduchu:

$$x = 0,622 \frac{\varphi p_D''}{p - \varphi p_D''} \quad [\text{kg kg}^{-1} \text{ s. v.}],$$

$$\varphi = \frac{p}{p_D''} \frac{x}{0,622 + x},$$

$$p_D = p \frac{x}{0,622 + x}.$$

Hodnoty p_D' a ϱ_D'' pro sytou vodní páru, x'' a i'' pro nasycený vzduch při tlacích 700, 735,6 a 760 torrů jsou obsaženy v tabulkách vlhkého vzduchu — *tab. III*.

Pro grafické sledování úprav vzduchu se používají $i-x$ diagramy (obr. 2) a psychrometrické diagramy obr. 3 (hlavně v anglosaské literatuře). Diagramy na obr. 2 a obr. 3 jsou uvedeny pro praktické použití a otištěny i na zvláštních přílohách tohoto čísla ZTV. V diagramech jsou důležitá směrová měřítka, která charakterizují jednotlivé úpravy:

— okrajové měřítko $\delta = \Delta i / \Delta x$,

— součinitel zvýšení tepelného toku při kondenzaci $\varepsilon = \frac{\Sigma Q_{\text{přestup.} + \text{kondenz.}}}{\Sigma Q_{\text{přestup.}}}$

— faktor citelného tepla

$$\vartheta = \frac{\Sigma Q_{\text{citelné}}}{\Sigma Q_{\text{celkové}}} \doteq \frac{1}{\varepsilon}$$

V tab. IV jsou uvedeny psychrometrické tabulky vypočtené podle Sprungova vzorce

$$\varphi = \frac{p_{D,m}'' - Ap(t - t_m)}{p_D''}$$

pro běžné teploty $t_m = 0 - 30 \text{ }^\circ\text{C} \dots A = 662 \cdot 10^{-6}$,
 pro teploty $t_m < 0 \text{ }^\circ\text{C} \dots A = 570 \cdot 10^{-6}$.

Tlak vzduchu

$$p_2 = p_1 \frac{16\,000 - (h_2 - h_1)}{16\,000 + (h_2 - h_1)}$$

Průměrná teplota vzduchu klesá přibližně o 1 deg při stoupnutí o 70 m. Kolísání denních teplot se prakticky ve výšce nad 100 m nad zemí neprojevuje.

Použitá symbolika

A — psychrometrický součinitel,
 c — měrné teplo,
 C — konstanta,
 h — výška nad mořem,
 i — entalpie (měrná),
 p — tlak (měrný),
 Q — tepelný tok,
 R — plynová konstanta,
 t — teplota,
 T — absolutní teplota,
 x — měrná vlhkost,
 δ — směrové měřítko,
 ε — součinitel zvýšení tepelného toku,
 ϑ — faktor citelného tepla,
 ρ — měrná hmotnost,
 φ — relativní vlhkost,

Indexy a označení pro:

D — páru,
 E — led,
 krit — kritický stav,
 L — vzduch,
 m — stav odpovídající teplotě mokrého teploměru,
 p — při tlaku p ,
 W — vodu,
 1,2 — místo 1 a 2,
 Δ — konečný rozdíl,
 " — stav sytosti nebo nasycení.

Tab. III. Tabulky vlhkého vzduchu

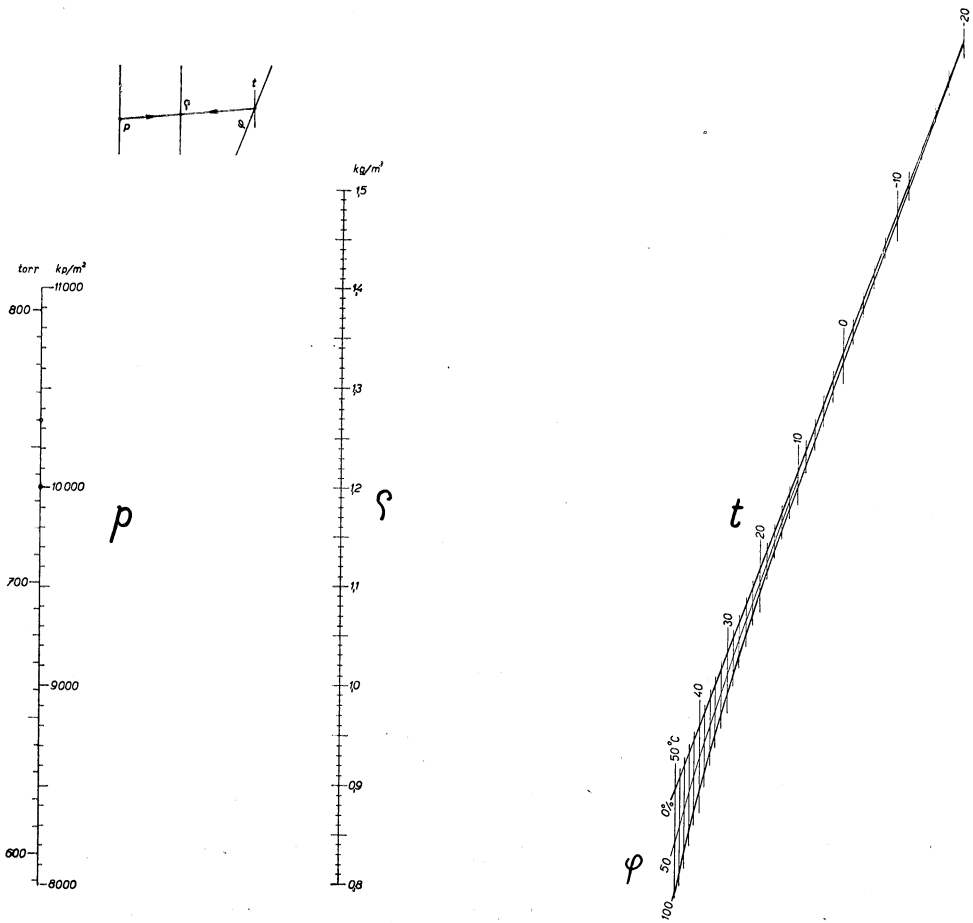
t	Sytá pára		Nasyčený vzduch při tlaku					
	p ^s _D	10 ³ q ^s _D	700 torr		735,6 torr		760 torr	
			x ^s	i ^s	x ^s	i ^s	x ^s	i ^s
	°C	kn m ⁻³	kg m ⁻³	g kg ⁻¹ s. v.	kJ kg ⁻¹ s. v.	g kg ⁻¹ s. v.	kJ kg ⁻¹ s. v.	g kg ⁻¹ s. v.
-20	0,1030	0,889	0,69	-18,31	0,63	-18,57	0,63	-18,57
-19	0,1134	0,967	0,76	-17,13	0,72	-17,40	0,70	-17,40
-18	0,1247	1,058	0,83	-15,95	0,79	-16,21	0,77	-16,21
-17	0,1370	1,158	0,92	-14,74	0,87	-15,01	0,85	-15,00
-16	0,1505	1,267	1,05	-13,41	0,96	-13,79	0,93	-13,29
-15	0,1651	1,385	1,10	-12,28	1,05	-12,54	1,01	-12,54
-14	0,1810	1,509	1,21	-11,01	1,15	-11,29	1,11	-11,29
-13	0,1982	1,649	1,32	-9,73	1,26	-10,00	1,22	-10,00
-12	0,2170	1,799	1,45	-8,41	1,38	-8,69	1,34	-8,75
-11	0,2374	1,961	1,59	-7,07	1,51	-7,36	1,46	-7,45
-10	0,2596	2,136	1,74	-5,70	1,65	-6,00	1,60	-6,07
-9	0,2834	2,323	1,89	-4,30	1,80	-4,60	1,75	-4,73
-8	0,3096	2,527	2,07	-2,86	1,97	-3,18	1,91	-3,31
-7	0,3377	2,747	2,26	-1,14	2,15	-1,72	2,08	-1,88
-6	0,3682	2,985	2,47	+0,14	2,34	-0,22	2,27	-0,42
-5	0,4012	3,238	2,69	+1,70	2,55	+1,32	2,47	+1,09
-4	0,4369	3,514	2,93	3,30	2,78	2,90	2,69	2,68
-3	0,4756	3,812	3,19	4,95	3,03	4,53	2,94	4,31
-2	0,5173	4,131	3,47	6,66	3,30	6,21	3,19	5,90
-1	0,5624	4,474	3,77	8,42	3,59	7,95	3,47	7,62
0	0,6108	4,827	4,10	10,25	3,90	9,74	3,78	9,42
1	0,6565	5,182	4,42	12,0	4,19	11,1	4,07	11,1
2	0,7054	5,555	4,75	13,8	4,50	13,1	4,37	12,9
3	0,7574	5,945	5,10	15,8	4,84	15,2	4,70	14,7
4	0,8129	6,357	5,48	17,7	5,20	17,1	5,03	16,6
5	0,8718	6,793	5,88	19,7	5,58	19,0	5,40	18,5
6	0,9346	7,256	6,30	21,8	5,98	21,1	5,79	20,5
7	1,001	7,746	6,76	24,0	6,41	23,2	6,21	22,6
8	1,072	8,263	7,24	26,2	6,87	25,4	6,65	24,7
9	1,142	8,815	7,76	28,5	7,36	27,6	7,13	26,9
10	1,227	9,308	8,30	30,9	7,88	29,9	7,63	29,2
11	1,312	10,01	8,89	33,4	8,43	32,4	8,15	31,5
12	1,401	10,66	9,50	36,0	9,02	34,9	8,75	34,1
13	1,497	11,34	10,2	38,6	9,64	37,4	9,35	36,6
14	1,597	12,06	10,8	41,4	10,3	40,1	9,97	39,2
15	1,704	12,82	11,6	44,3	11,0	42,9	10,6	41,8
16	1,817	13,63	12,4	47,3	11,7	45,8	11,4	44,8
17	1,936	14,47	13,2	50,4	12,5	48,9	12,1	47,7
18	2,062	15,36	14,1	53,7	13,4	52,0	12,9	50,7
19	2,196	16,30	15,0	57,0	14,2	55,3	13,8	54,0
20	2,337	18,29	16,0	60,6	15,2	58,3	14,7	57,8
21	2,485	18,33	17,0	64,3	16,2	62,3	15,6	61,1
22	2,642	19,42	18,2	68,1	17,2	66,0	16,6	64,1

<i>t</i>	Sytá pára		Nasycený vzduch při tlaku					
	p''_D	$10^8 q''_D$	700 torr		735,6 torr		760 torr	
			x''	i''	x''	i''	x''	i''
	°C	kN m ⁻³	kg m ⁻³	g kg ⁻¹ s. v.	kJ kg ⁻¹ s. v.	g kg ⁻¹ s. v.	kJ kg ⁻¹ s. v.	g kg ⁻¹ s. v.
23	2,808	20,57	19,3	72,1	18,3	69,8	17,7	67,8
24	2,982	21,77	20,6	76,3	19,5	73,9	18,8	72,0
25	3,167	23,04	21,9	80,7	20,8	78,1	20,0	76,2
26	3,360	24,37	23,3	85,3	22,1	82,5	21,4	80,4
27	3,564	25,76	24,7	90,0	23,5	87,1	22,6	84,6
28	3,778	27,26	26,3	95,1	24,9	91,9	24,0	89,2
29	4,008	28,75	27,9	100,3	26,5	96,9	25,6	94,2
30	4,241	30,36	29,7	105,8	28,1	102,2	27,2	99,6
31	4,491	32,05	31,5	111,5	29,9	107,7	28,8	104,7
32	4,753	33,81	33,4	117,5	31,7	113,4	30,6	110,1
33	5,029	35,65	35,5	123,8	33,6	119,4	32,5	116,0
34	5,318	37,58	37,6	130,4	35,7	125,8	34,4	122,2
35	5,622	39,60	39,9	137,4	37,8	134,1	36,6	130,0
36	5,940	41,72	43,4	145	40,2	140	38,8	136
37	6,274	43,92	44,9	152	42,6	147	41,1	142
38	6,624	46,23	47,6	160	45,1	154	43,5	149
39	6,991	48,64	50,4	169	47,8	162	46,0	157
40	7,375	51,15	53,5	178	50,6	171	48,8	166
41	7,777	53,76	56,4	186	53,6	180	51,7	174
42	8,198	56,49	60,0	196	56,8	189	54,8	183
43	8,639	59,35	63,6	207	60,2	199	58,0	192
44	9,100	62,34	67,3	218	63,7	209	61,3	202
45	9,582	65,45	71,3	229	67,5	220	65,0	213
46	10,09	68,68	75,5	241	71,4	231	68,9	224
47	10,61	72,05	79,9	254	75,6	243	72,8	235
48	11,16	75,57	84,6	267	80,1	256	77,0	247
49	11,74	79,23	89,6	281	84,8	269	81,5	260
50	12,33	83,02	94,9	296	89,7	283	86,2	273
52	13,61	91,07	106	328	100	313	96,6	307
54	15,00	99,80	119	364	113	347	108	335
56	16,51	109,2	134	404	126	386	121	371
58	18,15	119,3	150	450	142	428	136	412
60	19,92	130,2	169	501	159	476	152	457
62	21,84	142,0	190	553	179	530	170	513
64	23,91	156,6	210	617	202	592	192	570
66	26,14	168,2	242	703	227	662	215	630
68	28,56	182,7	274	790	257	747	244	710
70	31,16	198,2	310	890	292	836	276	795
72	33,96	214,8	356	1013	332	945	312	891
74	36,96	223,6	408	1154	379	1073	356	1012
76	40,19	251,4	471	1324	435	1224	407	1143
78	43,65	271,7	546	1528	503	1406	468	1312
80	47,36	293,3	641	1785	586	1629	545	1520

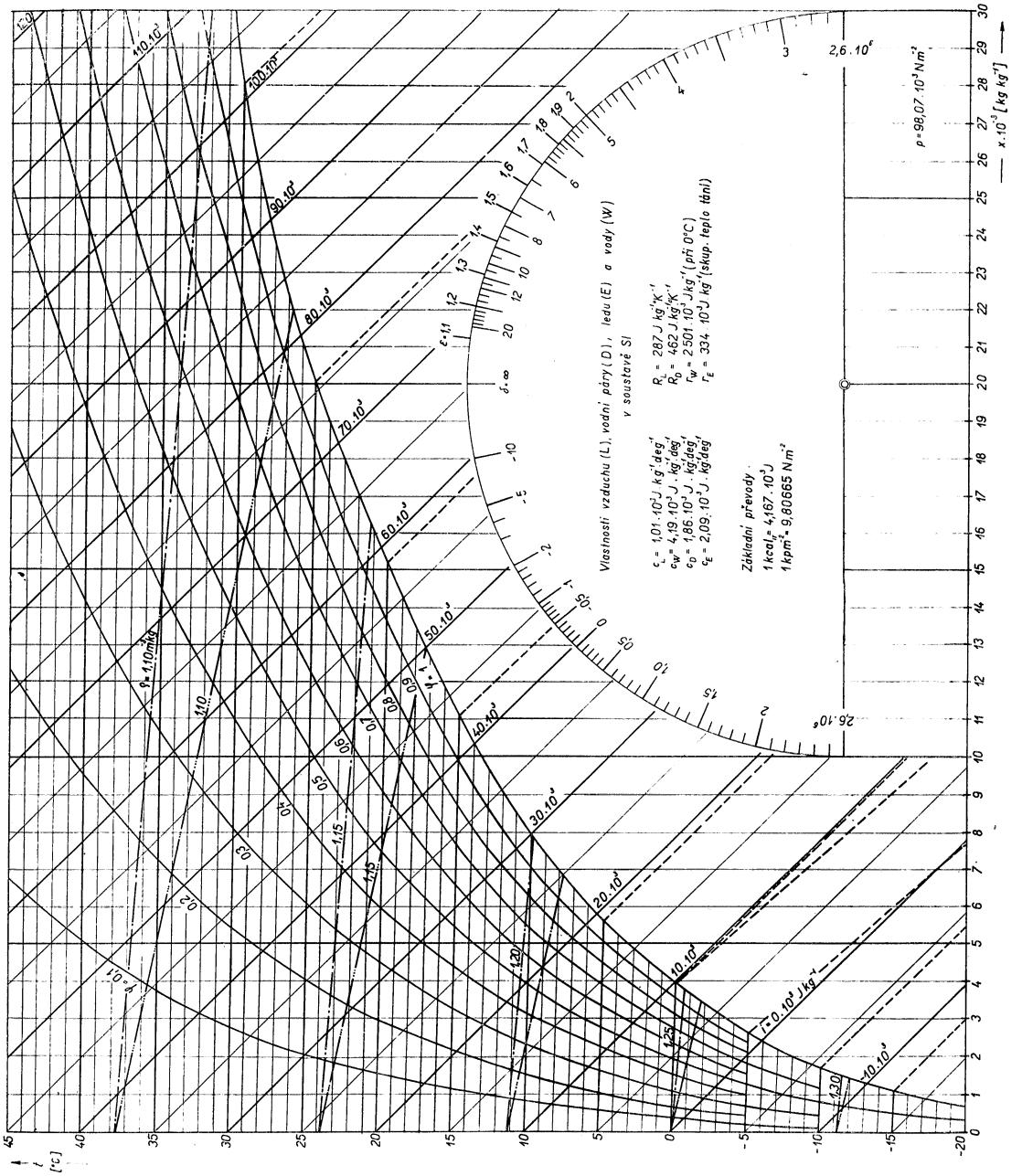
Tab. IV. Psychrometrické tabulky pro aspirační psychrometr (relativní vlhkost)

t [°C]	$t - t_m$ [deg]																							
	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4,4	4,6	
-10	90	84	79	73	67	61	54	48	43	38	32	26	20	15	10	18	14							
-8	91	85	80	75	70	64	59	54	49	45	41	37	32	27	22	22	24	21	18	15	19	16	13	
-6	93	87	82	77	73	68	64	59	55	51	47	43	39	35	32	28	24	27	24	22	26	24	21	
-4	94	90	85	81	77	73	69	65	61	57	53	49	45	41	38	34	30	34	31	29	30	28	25	
-2	95	92	88	84	80	76	72	69	65	62	58	55	51	47	44	41	37	34	31	29	30	28	25	
0	96	92	89	85	82	78	74	71	68	65	61	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	25	
2	97	94	91	86	84	80	77	75	72	68	64	61	59	56	53	49	47	44	41	39	36	33	31	
4	97	94	92	88	85	82	79	77	74	71	68	65	63	60	57	54	52	48	46	43	41	39	36	
6	98	95	92	89	86	83	80	78	75	73	70	67	65	62	60	57	54	52	50	47	45	42	40	
8	98	95	92	89	87	84	81	79	77	75	72	70	68	65	63	60	58	55	53	51	48	46	44	
10	98	95	92	90	88	85	83	80	78	76	74	72	70	67	65	63	61	59	57	54	52	50	48	
12	98	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	57	55	53	51	
14	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	
16	99	97	95	93	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	57	
18	99	97	95	93	91	89	87	85	83	81	80	78	77	75	73	71	70	68	66	64	62	60	59	
20	99	97	95	93	91	90	88	86	84	82	81	80	78	76	74	72	70	69	68	66	64	63	61	
22	99	97	95	93	91	90	88	86	85	83	81	80	79	77	75	74	72	71	69	68	66	65	63	
24	99	97	95	93	92	90	88	86	85	84	82	81	80	78	76	75	73	72	70	69	67	66	65	
26	99	97	95	93	93	90	88	87	86	84	83	82	81	79	77	76	74	72	71	70	68	67	66	
28	99	97	96	94	93	91	89	88	86	85	84	83	81	79	78	76	75	73	72	71	70	68	67	
30	99	97	96	94	93	91	89	88	87	86	85	84	82	80	79	77	76	74	73	72	71	70	69	
32	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85	84	83	81	80	78	77	76	75	74	72	71	70	
34	99	97	96	94	93	92	90	89	88	87	86	84	83	82	81	80	78	77	76	75	73	72	71	
36	99	97	96	95	93	92	91	90	88	87	86	85	84	83	81	80	79	78	77	75	74	73	72	
38	99	98	96	95	94	93	91	90	89	88	87	85	84	83	82	81	80	79	77	76	75	74	73	
40	99	98	97	95	94	93	92	91	89	88	87	86	85	84	82	81	80	79	78	77	76	75	74	

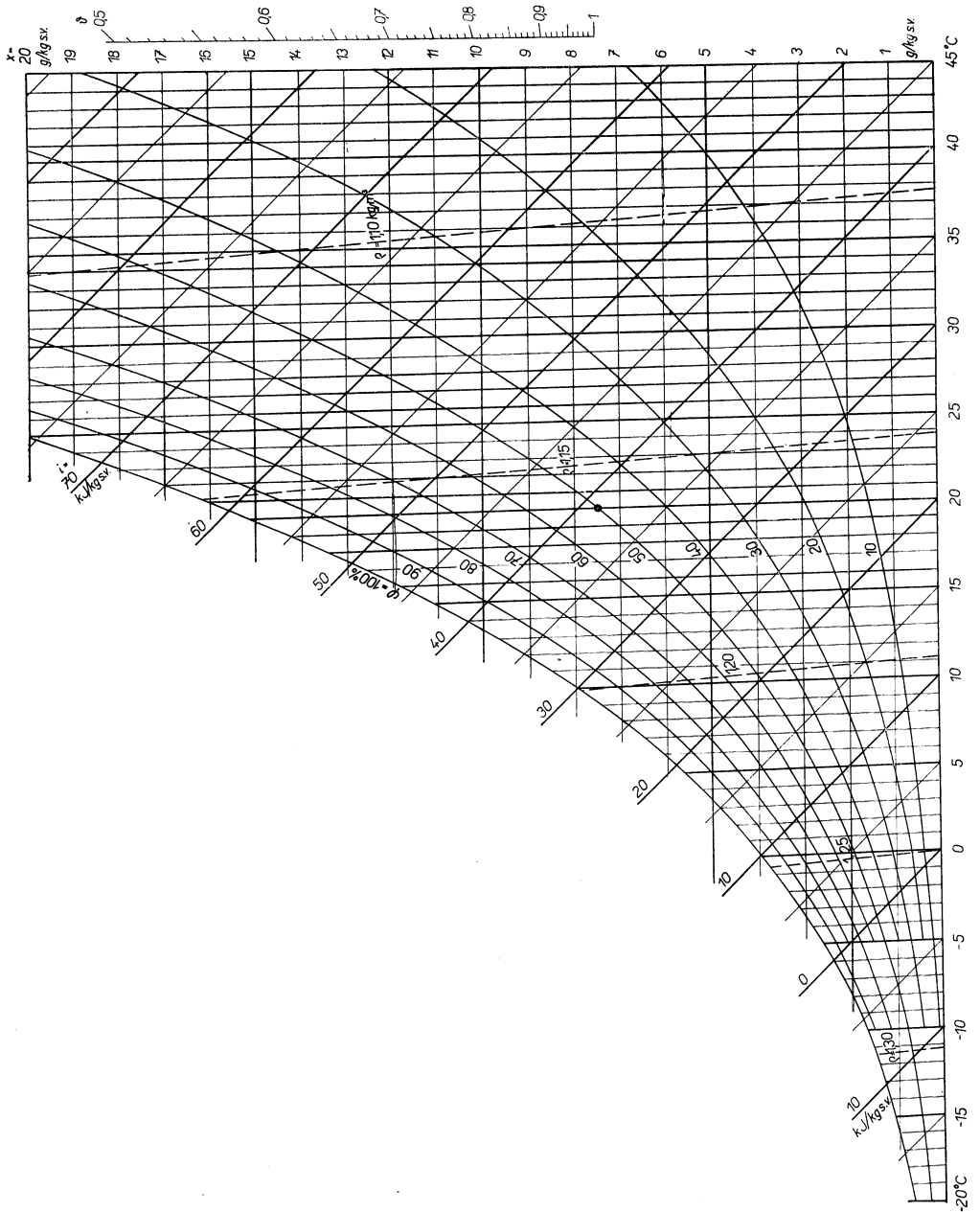
t [°C]	$t - t_m$ [deg]										$t - t_m$ [deg]												
	4,8	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	
-10																							
-8																							
-6																							
-4		9																					
-2		17																					
0		20							5														
2		25	18	12		7	9	4															
4		31	25	18																			
6		36	30	25	19	14	15	10	5														
8		42	40	35	30	20	20	15	9	5													
10		46	44	39	34	29	24	19															
12		50	48	43	38	29	24	20	15	11	8	4											
14		53	51	47	42	34	30	26	22	18	14	10	6	2	5	1							
16		55	54	49	46	38	34	30	26	23	19	16	12	8									
18		58	55	51	48	41	37	34	31	27	24	20	16	13	10	6	3						
20		60	57	54	51	44	40	36	33	30	27	24	20	17	15	11	9	7	3				
22		62	60	57	54	46	43	40	37	34	31	28	25	22	19	16	13	10	8	5			
24		63	62	59	56	49	46	43	40	37	34	31	28	26	23	20	18	15	12	10	8		
26		65	64	61	58	54	51	48	45	40	37	34	31	29	26	24	21	19	16	14	12	9	
28		66	65	62	59	56	53	51	47	44	40	37	34	32	29	27	24	22	19	17	14	12	
30		67	66	63	61	58	55	53	50	47	44	40	37	35	32	30	27	25	22	20	18	16	
32		69	68	65	62	60	57	55	52	49	46	44	42	39	37	34	32	29	27	25	23	21	19
34		70	69	65	63	61	58	56	53	51	48	46	44	41	39	36	34	32	30	28	26	24	22
36		71	69	66	64	62	59	57	54	52	50	48	46	44	40	38	36	34	32	30	28	26	24
38		72	70	67	65	63	60	58	55	53	51	49	46	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26
40		72	71	68	66	64	61	59	56	54	52	50	47	45	43	42	40	38	36	34	32	30	28



Obr. 1. Nomogram pro určování měrné hmotnosti vlhkého vzduchu.



Obr. 2. i — x diagram vlhkého vzduchu.



Obr. 3. Psychrometrický diagram pro vlhký vzduch.

Poznámky k diagramu $i-x$

1. Diagram je konstruován z podmínky, aby izoterma 45°C byla kolmá k čarám $x = \text{konst}$, volena kosoúhlá souřadnicová síť $i-x$ s úhlem 135° a modul pro x $1\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s. v. = 2 cm .

2. Čáry měrných hmotností ρ jsou téměř přímkou. Horní čára značí měrnou hmotnost vlhkého vzduchu ρ , spodní měrnou hmotnost suchého vzduchu (hmotnost suchého vzduchu v 1 m^3). Je to vlastně hodnota $\rho/(1+x)$. Slouží k určování hmotnosti suchého vzduchu v daném objemu (nutné pro všechny výpočty s vlhkým vzduchem). Pro $x = 0$ se obě hodnoty shodují.

3. Izotermy jsou vynášeny z rovnice pro entalpii vlhkého vzduchu

$$i = 1,01 t + (2\,500 + 1,84 t) x \quad [\text{kJ kg}^{-1} \text{ s. v.}]$$

Jejich směr je (směrové měřítko $\delta = di/dx$) $\delta = (2\,500 + 1,84 t) \cdot 10^3$. Izotermy pod křivkou nasycení jsou zakreslovány jen po pěti stupních. Mají směr $\delta = c_w t$. Pro 0°C jsou tyto izotermy dvě, jedna pro vodní mlhu, druhá (spodní) pro zmrzlou mlhu.

4. Křivky relativních vlhkostí a křivka nasycení jsou konstruovány podle vztahu

$$x = 0,622 \frac{\varphi p_D^*}{p - \varphi p_D^*}$$

Tlak vzduchu p pro konstrukci diagramu byl zvolen $0,9807$ baru ($735,6$ torru = $= 1\text{ kp cm}^{-2}$), blízký průměrnému tlaku odpovídajícímu nadmořské výšce Československa. Křivky relativních vlhkostí jsou současně křivkami nasycení pro tlaky $0,9807/\varphi$ baru nebo $1/\varphi\text{ kp m}^{-2}$ (například $\varphi = 0,2$ je křivkou nasycení pro tlak $1 : 0,2 = 5\text{ kp} \cdot \text{cm}^{-2}$).

5. Směrové měřítko δ vyjadřuje změnu stavu vzduchu při produkci tepla a vlhkosti. Např. z produkce tepla a vlhkosti člověka vyplývá tato změna: produkce tepla volena 110 W , produkce páry 40 g h^{-1} ;

$$\delta = \frac{110}{0,04/3\,600} = 9,9 \cdot 10^6$$

Obráceně lze z naměřeného stavu přiváděného a odváděného vzduchu z místnosti, zakreslením obou bodů do diagramu $i-x$ a určením směru δ jejich spojnice stanovit poměr produkce tepla a vlhkosti.

6. Směrové měřítko ε představuje zvýšení tepelného toku při současném přenosu hmoty a přestupu tepla konvekcí proti případu prostého přestupu tepla konvekcí. Například při ochlazování vzduchu při $x_1 = 10\text{ g kg}^{-1}$, $t_1 = 30^\circ\text{C}$ přechází z 1 kg vzduchu $55,5 - 50,5 = 5,0\text{ kJ}$. Teplota povrchu chladiče musí být při tom vyšší než $13,6^\circ\text{C}$ (teplota rosného bodu). Při nižší teplotě, např. 5°C , proces probíhá po spojnici počátečního stavu vzduchu a bodu 5°C , 100% . Tomuto směru odpovídá $\varepsilon = 1,5$. Množství odevzdaného tepla tedy bude $5,0 \cdot 1,5 = 7,5\text{ kJ}$. Tepelný tok konvekcí, který je normálně úměrný α_k je při tom úměrný hodnotě $\varepsilon \cdot \alpha_k$. Hodnoty ε a δ jsou vzájemně vázány vztahem

$$\varepsilon = \frac{\delta - c_w t_m}{\delta - i_{D,m}^*} = \frac{\delta}{\delta - r_{0^\circ\text{C}}}$$

(index m značí stav vzduchu na mokřím povrchu výměníku).

7. Faktor citelného tepla ϑ je zakreslen do psychrometrického diagramu. Je určen poměrem citelného tepla a celkového tepla při různých úpravách vzduchu. Je to vlastně hodnota $1/\varepsilon$ a v amerických diagramech je značen SHF — sensible heat factor).