

Redakční rada:

Prof. inž. dr. J. PULKRÁBEK — doktor technických věd (předseda), inž. J. ADLOF, inž. V. BAŠŮS (výkonný redaktor), inž. dr. J. CIHELKA, inž. J. HABER, doc. inž. L' HRDINA, inž. A. KŘÍŽ, inž. dr. M. LÁZŇOVSKÝ, inž. dr. Z. LENHART, MUDr. J. MÜLLER, inž. dr. J. NĚMEC, inž. dr. L. OPPL, MUDr. P. PACHNER, inž. dr. V. PRAŽÁK, inž. J. SYNEK, inž. O. ŠŮLA, inž. V. TŮMA — kandidát technických věd, inž. C. A. VOTAVA

Adresa redakce: Dvorecká 3, Praha 15

OBSAH

Inž. J. Poláček:	Vzduchotechnická zařízení pro parní kotle velkých výkonů	1
Inž. dr. J. Cihelka:	Tepelný příkon při zátoku místností s elastickými otopnými soustavami .....	6
Doc. inž. V. Ivanov:	Tepelná stabilita budov — II. část .....	12
Inž. dr. L. Oppl:	Odsávací štěrby pro konstantní množství vzduchu .....	20
Inž. dr. J. Vlach:	Teplárny malých výkonů a jejich hospodárné uplatnění ...	28
V. Mráček:	Zdravotní instalace v hutních laboratořích .....	35
Rozhledy	.....	40
Recenze	.....	47
Literatura	.....	52
Přílohy 20 a 21		

697.0 : 621.18

0.0

## VZDUCHOTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ PRO PARNÍ KOTLE VELKÝCH VÝKONŮ

INŽ. JOSEF POLÁČEK

*Závody na výrobu vzduchotechnických zařízení, Milevsko*

Úvodní přednáška, přednesená na celostátní konferenci se zahraniční účastí, pořádané Čs. vědeckou technickou společností, sekce pro zdravotní techniku a vzduchotechniku ve dnech 3. až 5. září 1959 v Milevsku.

*Lektoroval: prof. inž. dr. J. Pulkrábek,  
doktor technických věd*

Materiální základnou zvýšení životní úrovně naší země je plánovitý růst jejího průmyslu a zemědělství. Měřítkem životní úrovně po stránce materiální je národní důchod vztahený na jednoho obyvatele, který roste s ukazatelem spotřeby elektrické energie na 1 obyvatele sledovaného území. Plánovaný růst ukazatele spotřeby elektrické energie na 1 obyvatele je tudíž měřítkem plánovaného zvýšení životní úrovně státu a potvrzuje současně důležitou úlohu energetiky v tomto směru.

V naší zemi je tento růst charakterisován těmito údaji:

rok	kWh na 1 obyvatele a rok
1945	90
1957	1540
1965	2670

Tyto údaje charakterisují mohutné úkoly, před kterými stojí v naší zemi výstavba energetických zdrojů. Poněvadž hydroenergetický potenciál našeho státu je poměrně malý a je ze značné části již zužitkován, a poněvadž dále plné zapojení jaderné energie do energetického systému naší země se plánuje až v roce 1970, ponosou prozatím u nás hlavní tíhu růstu energetiky elektrárny parní, spalující uhlí.

Pokud se týče palivové základny těchto elektráren, je nutno počítat se značným vzrůstem podílu prachových uhlí a používání uhlí o nízké výhřevnosti pro účely elektrárenské, kdežto použití lepších druhů se plánuje pro účely chemické.

V úsilí za zvýšení životní úrovně lidu se nejen u nás, nýbrž i ve všech průmyslově vyspělých, hustě zalidněných územích a státech, jejichž energetickou základnou je uhlí, nepříznivě projevuje zvýšené znečištění ovzduší prachem, popílky a plynnými exhalacemi. Tento faktor, který je průvodním zjevem stoupající industrialisace, je současně, není-li proti němu bojováno, brzdou zvýšení životní úrovně, jejíž součástí je čisté ovzduší a pohoda pracovního a společenského prostředí.

Proto je ve všech postižených zemích — bez rozdílu společenského zřízení — snaha snížit tuto nutnou daň za zvýšení životní úrovně na únosné minimum. Tyto negativní vlivy vzrůstajícího průmyslu projevují se nejen na zdraví lidu, nůbrž i v zemědělství a v lesním hospodářství.

Velmi závažným škůdcem jsou tu značná kvanta úletu popílku z elektrárenských provozů; neméně závažná je i otázka zachycování kysličníku siřičitého a sírového z kouřových plynů velkých tepelných centrál. Škodlivý vliv těchto exhalací na vegetaci bude velmi značný, při čemž čištění velkých množství plynů od nízkých koncentrací kysličníků je ekonomicky zatím neúnosné.

Přípustné koncentrace tuhých i plyných exhalací jsou předmětem obsáhlých výzkumů a diskusí a není tu jednotnosti ani v jednotlivých státech, natož mezinárodně.

V posledních letech nabyl u nás boj za čistotu ovzduší, který se do té doby vedl více méně živelně, organisovaných forem za vedení strany a vlády a spolupráce vědeckých institucí. O palčivosti problému v měřítku světovém získali jsme přehled na 5. světové energetické konferenci ve Vídni v roce 1956, kde zasedaly zvláštní sekce pro čištění plynů a vody. Návštěvy našich odborníků v SSSR ukázaly, s jakou předvídatostí a péčí o člověka se Sovětský svaz již dlouho při daleko menší zalidněnosti než u nás staral o vyřešení těchto otázek. Z literární dokumentace jsou nám rámcově známa různá řešení konkrétních problémů ve Velké Británii, NDR a NSR. Na dílčí energetické konferenci v Bělehradě, která se zabývala energetickými problémy méně vyvinutých zemí, uvedli jsme některé naše draze zaplacené zkušenosti, aby se země, které jsou teprve na začátku svého průmyslového rozvoje, mohly předem plánovanými opatřeními vyvarovat našich chyb.

Jednotlivé sekce Československé technické společnosti se urychleně zapojily do řešení této ožehavé otázky. Sekce zdravotní techniky a vzduchotechniky vytkla si již v roce 1957 boj za snížení prašnosti v ovzduší a na pracovištích jako stěžejní úkol. Jako tato sekce, tak i sekce pro strojírenství a energetiku uspořádaly řadu aktivů a konferencí, řešících celostátní část problematiky. Za součinnosti s krajskými orgány zvláště postižených oblastí byly např. uspořádány vědecké technické konference v Ostravě, Ústí nad Labem a Plzni, které se zabývaly řešením konkrétní problematiky kraje.

Do akce se též zapojila Československá akademie věd, jako nejvyšší vědecká instituce státu, a to jednak jako celostátní koordinátor příslušných výzkumných úkolů, jednak přípravou a hodnocením materiálů tvořících podklad pro příslušná usnesení strany a vlády. V posledních letech bylo na podkladě těchto široce založených akcí vydáno několik usnesení vlády, vztahujících se na snížení negativních vlivů vzrůstajícího průmyslu na zdraví lidu, zemědělství a lesní hospodářství, a to jak povahy krajové pro zvláště postižené oblasti, tak i povahy celostátní. Komise ČSAV zpracovala rovněž podrobný návrh na zásadní a výhledová opatření k účinnému celostátnímu řešení problému čistoty ovzduší.

Po stránce meteorologicko-klimatizační leží náš stát svojí polohou uprostřed Evropy a je podnebně v přechodném pásmu oceanického podnebí západoevropského a podnebí pevninského. V tomto rozmezí je naše země zvláštním uzavřeným krajem, odloučeným od sousedních zemí pohraničními horskými pásmy, která se následkem své horopisné mnohotvárnosti vyznačuje velkou rozmanitostí meteorologických jevů, jež jsou málo příznivé přirozenému rozptýlení znečištěnin v uzavřených oblastech.

Poněvadž odlučovací zařízení na jímání, dopravu a využití popílku parních centrál — nemluvě ani o zařízení na jímání plyných exhalací — jsou velmi nákladná, prostorově náročná a svým příkonem i provozními náklady citelně zvyšují cenu elektrické energie z parní elektrárny, je nutno neomezovat nápravná opatření jen

na část strojní, resp. vzduchotechnickou, nýbrž je třeba postarat se již preventivními opatřeními o to, aby zařízení pracovala za podmínek v daných poměrech optimálních, nebo alespoň únosných. Tato opatření, k nimž je nutno již na začátku investičního záměru přihlížet, jsou mimo jiné: Volba vhodného místa energetického zdroje, zvýšené využívání tekutých a plynných paliv, splyňování méněhodnotných paliv, používání jakostnějších paliv na exponovaných místech atd.

Jsou-li uvedeny opatřeními vytvořeny optimální vnější podmínky pro funkci odlučovacích zařízení, nastupuje strojně-technická a vzduchotechnická část problematiky. Kromě vzduchotechnických zařízení chladících věží jsou všechna v úvahu přicházející vzduchotechnická zařízení v přímé, nebo alespoň odvozené souvislosti s kotlem; proto je nutno zabývat se kotly a topeništi soudobých elektráren stavěných v období 1959—1965.

Hlavním problémem pro projekci a konstrukci kotle je používané palivo. Poněvadž období 1959—1965 bude u nás v energetice řešeno parními elektrárnami kombinovanými z bloků 50, 100, po případě 200 MW s kotly příslušné velikosti, je zamýšlena a z hlediska naší VHJ jako výrobce vzduchotechnických zařízení velmi vítána, určitá stabilita či standardisace jak v palivech samých, tak i koncepci kotlových bloků. Rozměrnost novodobých účinných odlučovacích zařízení způsobuje, že se stávají jedním z prvků spoluurčujících celkovou koncepci elektráren. Zařízení na jímání kysličníků síry vyžadují podle dnešního stavu v našich poměrech instalací dokonce řádově stejných nebo i větších než je elektrárna sama.

Pod pojmem vzduchotechnických zařízení nově budovaných parních centrál, jejichž zdravotní a hospodářský, a tím i politický význam dnes již nikdo nepodceňuje, spadají:

*Ventilátory:* kouřové (umělý tah), vzduchové (primární i sekundární), brýdové, pro chladící věže.

*Odlučovací zařízení:* uhelného prášku, popílku.

*Pneumatická doprava:* popílku, strusky aj.

Zařízení na jímání kysličníků síry nespádají sice pod vzduchotechnická zařízení, poněvadž však tento problém parních centrál není ve světě dosud ekonomicky vyřešen a je i u nás v posledních letech právem v popředí zájmu a předmětem výzkumných prací a tematických úkolů, inspirovaných vypsanou soutěží ČSAV, musí mu i konference o vzduchotechnických zařízeních pro parní kotle velkých výkonů věnovat náležitou pozornost.

Na rozdíl od některých jiných zemí, je u nás výzkum, vývoj, výroba a nyní i montáž těchto zařízení soustředěna (kromě ostatních vzduchotechnických zařízení) v jedné hospodářské jednotce, jež má povinnost zajišťovat plné uspokojování potřeb našeho národního hospodářství v tomto úseku. Je tedy nutno ověřit, zda jsme pro nadcházející úkoly v rámci našeho státu i ve vývozu dobře připraveni.

V našem státě se zabýváme výrobou vzduchotechnických zařízení pro parní centrály již od roku 1930, a to jak výrobou ventilátorů, tak i odlučovacích zařízení a nověji i pneumatické dopravy.

*Ventilátory* umělého tahu i dmychací ventilátory pod rošty kotlů řešily se dosti dlouho jako ventilátory odstředivé, pravidelně oboustranně sacího uspořádání s mnoholopátkovými koly typu *Sirocco*. Toto uspořádání mělo při vysokém tlakovém čísle malé rozměry, ale špatnou účinnost a málo vyhovující regulaci při změně zatížení

kotle. Řada těchto provedení byla dodána ve spolupráci s tehdejšími Škodovými závody do Číny, Persie apod. pro elektrárny s roštovými kotly. V tuzemsku byly to např. elektrárna fy. Baťa ve Zlíně a elektrárna v Mydlovarech, kde se prvně projevil nepříznivý vliv spalovaného paliva na životnost oběžných kol ventilátorů.

Koncem třicátých let začal se u nás prosazovat *Schichtův rovnotlaký osový ventilátor* svou značně vysokou účinností a hospodárnou regulací, u něhož se však později u větších provedení projevovaly potíže při paralelním chodu a značné opotřebení při použití bez předřazeného odlučovacího zařízení.

V posledních letech nastoupili jsme cestu zvyšování účinnosti odstředivých ventilátorů používáním aeromechanicky správně řešených oběžných kol a skříní, takže dnes jsou osově i odstředivé ventilátory po stránce účinnosti prakticky vyrovnány; opotřebení a hlučnost je u odstředivých ventilátorů o něco nižší, ale osově ventilátory mají přednost hospodárné regulace v širokém rozmezí zatížení. Byly též konány pokusy s natáčením oběžných lopatek osových ventilátorů za chodu stroje.

První *odlučovací zařízení* pro kotelní agregáty v ČSR byla dodána mateřským závodem VHH v letech 1933 a 1936 pro zachycování prachu z kouřových spodin s kuželovými žaluziovými odlučovacími podle dokumentace fy. *Filtrex*. Později byla převzata holandská licence fy. *Van Tongeren* a ve spolupráci s touto firmou byla postupně zaváděna její nová zdokonalená provedení. Souběžně byly u nás vyráběny a dodávány celé řady různých druhů mechanických odlučovačů. Z tuzemských to byly typy *Schicht*, *Korsa* a *Mejzr*, ze zahraničních *Hartmann*, *Feifel*, *Ter Linden*, *Alden* a *Niogaz*.

V posledních letech došlo na základě porovnávacích výzkumných prací a měření našeho výzkumného ústavu k redukci tohoto počtu výrobků na 3 typy buněk: *Multidyn*, *Niogaz* a *Mejzr*, jež mají být v budoucnu postupně nahrazovány jednotným systémem nově vyvinutých buněk, odstupňovaných podle požadavků hltnosti a odlučivosti ve vybraných soustavách.

Pokud se týče elektrických odlučovačů, byla u nás postavena řada zařízení, hlavně firmou *Lurgi*; po roce 1948 bylo započato s vlastní tuzemskou výrobou elektrických odlučovačů v několika výrobních; dnes je snaha soustředit tuto výrobu, jakmile to kapacita dovolí, do naší VHH.

V posledních letech byly u nás vyvinuty v laboratorním i poloprovozním měřítku značně účinné mokré odlučovače s příznivou spotřebou vody, proti jejichž použití se však v energetice uvádí rozměrné a složité kalové hospodářství.

Při *zavádění pneumatické dopravy* v energetice se vyskytly zpočátku velké potíže, vyvolané značnou poruchovostí šnekových podavačů. Po jejich překonání a přechodu na komorové podavače stává se pneumatická doprava v energetice zvláště v souvislosti s využitím popílku pro stavební a jiné účely velmi efektivním prvkem dopravy.

*Hlavní směry dalšího vývoje vzduchotechnických zařízení pro parní bloky nad 100 MW:*

Oborová technická rada VHH — ZVVZ navrhla řadu opatření, směřujících ke zvýšení technické úrovně odprašovacích zařízení, z nichž v oboru energetiky uvádím tyto hlavní úkoly v jednotlivých fázích výrobního procesu:

*V úseku základního výzkumu:* Prohloubit znalost elektrických poměrů a odlučovacího procesu u *EO*, odlučovacích pochodů v proudovém poli *MO* a pokračovat ve výzkumu měřících metod.

*V úseku aplikovaného výzkumu:* Předřazení ionisátoru *EO*, vliv fyzikálních vlastností částic na odlučování *MO*, využití nově vyvinutých filtračních látek pro teploty přes 300°C, vliv různého řazení odlučovačů do více stupňů.

*V úseku vývoje:* Zavedení automatiky maximálního provozního napětí u *EO*, zavedení registrace chodu typických *EO* a *MO*, vyvinutí *MO* s nejvyšší odlučivostí pro otevřené mlýnské okruhy.

*V úseku projekce a konstrukce:* Vyzkoušení nově zaváděných vysoce účinných odlučovacích buněk ve vhodných typických sestavách a systematické proměření těchto vybraných případů.

*V úseku výroby a kontroly:* Zajistit hromadnou výrobu buněk *MO*, resp. typisovaných částí *EO* a přesné dodržování výrobních a montážních tolerancí.

*V úseku montáže:* Provádět odborné školení montérů odlučovacích zařízení s cílem zajistit maximální kvalitu montáže.

*V úseku proměrování dodaných zařízení:* Zřídit pojízdnou laboratoř pro terénní službu, sesílit a materiálně vybavit měřicí skupiny, včas zveřejňovat výsledky typických měření a uplatňovat tyto poznatky v rámci i mimo rámec V.H.J.

*Hlavní směry rozvoje vzduchotechnických zařízení pro velké bloky parních centrál:*

*U ventilátorů* vyřešit po vyjasnění základních parametrů kotle zásadní koncepci stroje a vypracovat co nejdříve definitivní technické specifikace.

*U mechanických odlučovačů* snížení odporů při zachování nejméně dosavadních účinností.

*U elektrických odlučovačů* snížení rozměrů a pořizovacích nákladů, zvýšení provozní spolehlivosti, u *pneumatické dopravy* maximální zvětšení dopravních vzdáleností.

*U jímání kyslíčnicků síry* brzké objasnění vzduchotechnické části zařízení.

*Zajištění výroby laboratorních i provozních měřících přístrojů.*

Poněvadž úlet popílku ani rozptyl plyných exhalací parních centrál se nezastaví na hranicích států, ba ani na hranicích různých společenských zřízení, jeví se nám tu možnost i nutnost mezinárodní spolupráce.

Plně se ztotožňujeme s výsledky a doporučením mezinárodní konference, konané v listopadu 1957 v Miláně, neboť jsme již ve Vídni v roce 1956 uplatňovali návrh na mezinárodní normalisaci měřících metod a přístrojů pro měření spadu, exhalací a odlučovacích zařízení. Rovněž jednotná terminologie v oboru znečištění ovzduší je nutná. Výměnu meteorologických informací bylo by účelné rozšířit také na šíření úletů. Žádoucí by byla též výměna technických informací o techniky a hospodářsky vyhovujících opatřeních ke kontrole a omezení znečištění ovzduší, zvláště na poli plyných exhalací.

Ačkoliv jsme si vědomi, že různost společenského zřízení se odráží i v možnostech státu bojovat legislativně i správními opatřeními proti nepřipustnému znečištění ovzduší, vítali bychom i zde výměnu názorů a informací.

Souhlasíme po vlastních zkušenostech, že tu jde o komplexní problém, při jehož řešení je třeba organizované spolupráce hygieniků, biologů, agrotechniků, meteorologů, energetiků, strojařů a elektrotechniků, za účinné pomoci vládních míst a dobrovolných organizací pracujících. Legislativní opatření musí být při vši preciznosti tak pružná, aby jejich aplikace na konkrétní případ umožňovala dostatečnou toleranci, odpovídala reálným technickým a ekonomickým možnostem a nebrzdila zavádění nových výrobních technologií. Doufáme, že budeme mít možnost zúčastnit se společného jednání o těchto problémech a tím přispět i na tomto, zdánlivě odlehlém poli k porozumění a míru mezi národy.

V příspěvku jsem se snažil ve vši stručnosti popsat současný stav a perspektivy výzkumu a výroby vzduchotechnických zařízení pro parní kotle velkých výkonů, za jejichž vysokou kvalitu je naše výrobně hospodářská jednotka, jako gestor vzduchotechnických zařízení v tomto státě, zodpovědna.

621. 365

1.031 : 1.10

## TEPELNÝ PŘÍKON PŘI ZÁTOPU MÍSTNOSTÍ S ELASTICKÝMI OTOPNÝMI SOUSTAVAMI

INŽ. DR. JAROMÍR CIHELKA

*Ústav pro výzkum strojů ČSAV, Praha*

V článku je vysvětlen vliv teploty stěn na dobu zátopy a jsou uvedeny rovnice pro výpočet doby zátopy. Obecné poznatky jsou aplikovány pro určení tepelného příkonu, potřebného k urychlenému zátopy místností s elastickými otopnými soustavami.

*Lektoroval: inž. dr. A. Polanský*

### Seznam použitých označení

$\Sigma F$ [m <sup>2</sup> ]	celková plocha stěn omezujících vytápěnou místnost,
$Q_z$ [kcal/h]	tepelný příkon při zátopy (výkon otopné plochy),
$\alpha_v$ [kcal/m <sup>2</sup> h°C]	součinitel přestupu tepla na vnitřním povrchu stěn,
$a$ [m <sup>2</sup> h]	= $\lambda/\gamma \cdot c$ , tepelná vodivost,
$b$ [kcal/m <sup>2</sup> h <sup>1/2</sup> °C]	= $\sqrt{\lambda \cdot \gamma \cdot c}$ , součinitel tepelné jímavosti,
$\lambda$ [kcal/inh°C]	tepelná vodivost materiálu stěn,
$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	měrná (objemová) váha materiálu stěn,
$c$ [kcal/kg°C]	měrné teplo materiálu stěn,
$t_v$ [°C]	teplota vnitřního vzduchu,
$t_s$ [°C]	střední teplota vnitřního povrchu stěn (teplota stěn),
$t_{v0}$ [°C]	počáteční teplota vnitřního vzduchu (na počátku zátopy),
$t_{s0}$ [°C]	počáteční teplota stěn,
$t_k$ [°C]	výsledná teplota,
$\tau$ [h]	doba od začátku zátopy,
$\tau_z$ [h]	celková doba zátopy.

### 1. ÚVOD

V současné době se u nás velmi intensivně pracuje na vývoji elastických otopných soustav, od nichž lze očekávat, že umožní velmi značné zmenšení provozních nákladů (spotřeby paliva) při vytápění obytných budov. Ve výzkumném ústavu stavební výroby v Praze bylo vyvinuto teplovzdušné vytápění pro obytné místnosti, v n. p. Průmstav-Praha byla vyvinuta teplovodní soustava s bytovým výměníkem (zdrojem) tepla a s nucenou cirkulací vody. K elastickým otopným soustavám lze také počítat lokální topidla na plynná nebo kapalná paliva, infračervené zářiče atd.

Velkou předností jmenovaných způsobů vytápění je značná provozní pohotovost, malá tepelná setrvačnost a s tím spojená krátká doba zátopy. Jmenované vlastnosti umožňují snadnou a pohodovou regulaci vytápění podle skutečné potřeby, takže se místnosti vytápějí jen v době, kdy se jich skutečně používá.

Řešení elastických otopných soustav se v mnohém liší od řešení tradičních způsobů ústředního vytápění. Jednou z nejdůležitějších speciálních otázek elastického vytápění je určení otopného příkonu (výkonu otopných těles), potřebného k urychlení zátopy místností. Této otázce je věnován také náš příspěvek.

## 2. DOBA ZÁTOPU Z HLEDISKA TEPELNÉ POHODY ČLOVĚKA

Pro jednoduchost bude uvažováno o zátopu místnosti, omezené pouze jedním druhem stěn, jejichž tloušťka  $s$  je dostatečně velká a doba zátopu poměrně krátká, takže změna teploty vnitřního povrchu se neprojeví na vnějším povrchu.<sup>1)</sup> Teplotní pole ve stěně lze potom považovat při zátopu za jednostranně nekonečné a pro stoupání teploty vnitřního povrchu stěn a vnitřního vzduchu platí pak tyto jednoduché vztahy<sup>2)</sup>:

$$t_s - t_{s0} = \frac{2Q_z}{b \cdot \Sigma F} \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \quad (1)$$

a

$$t_v - t_{v0} = \frac{Q_z}{\Sigma F} \left( \frac{1}{\alpha_v} + \frac{2}{b} \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \right). \quad (2)$$

Z rovnic (1) a (2) vyplývá, že při splnění podmínky uvedené v poznámce<sup>1)</sup> nezávisí doba zátopu ani na venkovní teplotě, ani na tepelném odporu stěn (na součiniteli prostupu tepla  $k$ ).

Doba zátopu  $\tau_z$ , tj. doba, za kterou se zvýší teplota vnitřního vzduchu z počáteční hodnoty  $t_{v0}$  na požadovanou konečnou hodnotu  $t_v$ , je podle rovnice (2)

$$\tau_z = \frac{\pi}{4} b^2 \left[ \frac{\Sigma F}{Q_z} (t_v - t_{v0}) - \frac{1}{\alpha_v} \right]^2. \quad (3)$$

Doba zátopu nesmí být příliš krátká, tj. tepelný příkon  $Q_z$  příliš velký, neboť potom nestačí teplota stěn sledovat stoupání teploty vzduchu a na konci zátopu by pak nebyla splněna podmínka daná rovnicí tepelné pohody

$$t_v + t_s = 2t_k = 38^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Na příklad při zátopu místnosti  $5 \times 4 \times 3$  m ( $\Sigma F = 94$  m<sup>2</sup>) tepelným příkonem  $Q_z = 2500$  kcal/h se dosáhne zvýšení teploty vzduchu z  $t_{v0} = 15^\circ\text{C}$  na  $t_v = 20^\circ\text{C}$  za  $\tau_z = 0,63$  h  $\sim 38$  min. (podle rovnice 3). Teplota stěn však stoupne za tuto dobu pouze na  $t_s = 15 + 1,19 = 16,19^\circ\text{C}$ , takže výsledná teplota je

$$t_k = \frac{20 + 16,19}{2} \approx 18,1^\circ\text{C}.$$

Má-li být na konci zátopu dosaženo teplotního stavu, při němž obě teploty  $t_v$  i  $t_s$  vyhovují rovnici tepelné pohody (4), musí být při určení potřebné minimální doby

<sup>1)</sup> Aby změna teploty vnějšího povrchu stěn nebyla větší než  $\pm 1\%$  změny teploty vnitřního povrchu, musí být tloušťka stěny

$$s \geq 3,9 \sqrt{\frac{a\tau}{\pi}};$$

např. při  $a = 0,00117$  m<sup>2</sup>/h (cihelná stěna) a  $\tau = 1$  h je  $s \geq 0,075$  m.

<sup>2)</sup> Odvození rovnic (1) a (2) je uvedeno v práci Runte E.: Wärmeverbreitung in festem Material. Bull. SEV 37 (1946), č. 22, str. 643–651. Rovnice platí za předpokladu, že po celou dobu zátopu (tj. od okamžiku  $\tau = 0$ ) má tepelný příkon stálou hodnotu  $Q_z = \text{konst.}$  a dále, že množství tepla potřebné k ohřátí vnitřního vzduchu je proti tepelnému příkonu  $Q_z$  zanedbatelně malé. Kromě toho se v rovnicích (1) a (2) také předpokládá, že v době přestávky ve vytápění, předcházející zátopu, vychladnou všechny stěny omezující místnost na stejnou teplotu  $t_{s0} = t_{v0}$ . Tento předpoklad je ve skutečnosti splněn jen u velmi nepříznivě položených místností (např. u místností v osaměle stojících rodinných domech). U místností ve středních podlažích řadových domů je obvykle na konci otopné přestávky (na začátku zátopu) teplota vnitřních stěn vyšší než teplota venkovních stěn.



zátopu použito obou rovnic (1) a (2). Předpokládá-li se, že na počátku zátopu je  $t_{v0} = t_{s0} = t_o$ , vznikne odečtením rovnice (1) od rovnice (2) výraz

$$t_v - t_s = \frac{Q_z}{\Sigma F} \frac{1}{\alpha_v} \quad (5)$$

a dělením rovnice (1) rovnicí (5) výraz

$$\frac{t_s - t_o}{t_v - t_s} = \frac{2\alpha_v}{b} \sqrt{\frac{\tau}{\pi}} \quad (6)$$

Z rovnice (6) se pak vypočítá minimální doba zátopu

$$\tau_{\min} = \frac{\pi b^2}{4\alpha_v^2} \left( \frac{t_s - t_o}{t_v - t_s} \right)^2 \quad (7)$$

Teploty  $t_v$  a  $t_s$  v rovnici (7) musí vyhovovat rovnici tepelné pohody (4). Na příklad při teplotě vzduchu  $t_v = 20^\circ\text{C}$ , by měla být v ustáleném stavu střední teplota stěn  $t_s = 18^\circ\text{C}$ . Doba zátopu, za níž by se toho stavu dosáhlo u místnosti  $5 \times 4 \times 3$  m, vychladlé na  $t_o = 15^\circ\text{C}$ , by byla

$$\tau_{\min} = \frac{\pi \cdot 19,9^2}{4 \cdot 7^2} \left( \frac{18 - 15}{20 - 18} \right)^2 = \frac{\pi \cdot 8,1}{4} 2,25 = 14,3 \text{ h}$$

a tepelný příkon podle rovnice (1) nebo (2)  $Q_z = 1320$  kcal/h.

Je zřejmé, že s tak dlouhou dobou zátopu (14,3 h) není možno při elastických způsobech vytápění počítat.<sup>3)</sup> Dobu zátopu lze však i při zachování podmínek tepelné pohody velmi zkrátit tím, že se při zátopu vyrovná vliv nižší teploty stěn zvýšením teploty vzduchu nad hodnotu, která je požadována v ustáleném stavu. Na příklad v obytných místnostech, ve kterých se v ustáleném stavu požaduje teplota vzduchu  $t_v = 20^\circ\text{C}$ , se při zátopu zvýší tato teplota na  $t_v = 21$  až  $24^\circ\text{C}$ , takže výsledné teploty  $t_k = 19^\circ\text{C}$  se dosáhne při nižší teplotě stěn  $t_s = 17$  až  $14^\circ\text{C}$ .

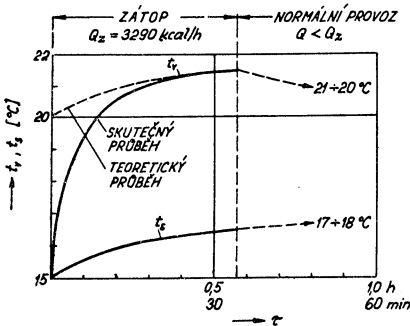
Zvolí-li se pro zátop teploty  $t_v = 21,5^\circ\text{C}$  a  $t_s = 16,5^\circ\text{C}$ , zkrátí se doba zátopu za stejných poměrů jako v předešlém případě (místnost  $5 \times 4 \times 3$  m,  $t_o = 15^\circ\text{C}$ ) na

$$\tau_{\min} = \frac{\pi \cdot 19,9^2}{4 \cdot 7^2} \left( \frac{16,5 - 15}{21,5 - 16,5} \right)^2 = 0,572 \text{ h} \sim 34\frac{1}{2} \text{ min.}$$

a potřebný tepelný příkon při tom je

$$Q_z = 3290 \text{ kcal/h.}$$

Průběh teplot  $t_v$  a  $t_s$  během zátopu je znázorněn na obr. 1. Na obrázku je kromě teoretického průběhu teploty vzduchu znázorněn také skutečný průběh, při němž je přihlíženo k teplu, potřebnému k ohřátí vnitřního vzduchu na začátku zátopu (zvýšení teploty vzduchu se tím poněkud zpomalí).



Obr. 1. Průběh teploty vnitřního vzduchu a teploty stěn při zátopu místnosti  $5 \times 4 \times 3$  m z počáteční teploty  $t_o = 15^\circ\text{C}$  na stav  $t_v = 21,5^\circ\text{C}$  a  $t_s = 16,5^\circ\text{C}$  ( $t_k = 19^\circ\text{C}$ );  $Q_z = 3290$  kcal/h a  $\tau_z = 0,572$  h.

<sup>3)</sup> Při dlouhé době zátopu by také nebyla splněna podmínka uvedená v poznámce 1).

### 3. DOBA ZÁTOPU A TEPELNÝ PŘÍKON PŘI ZÁTOPU U ELASTICKÝCH OTOPNÝCH SOUSTAV

Má-li být u elastických otopných soustav plně využito jejich největší přednosti — velké provozní pohotovosti k regulaci vytápění podle skutečné potřeby paliva, je nutno dobu zátoku pokud možno zkrátit na 15 až 30 minut (v žádném případě nemá být doba zátoku delší než 1 hodina). Přitom je nutno počítat s počátečním teplotním stavem na začátku zátoku (tj. na konci přestávky ve vytápění)

$$t_{v_0} = t_{s_0} = t_0 = 12 \text{ až } 10^\circ\text{C}.$$

Při volbě konečného stavu, kterého se dosáhne na konci zátoku, je nutno rozlišovat 2 případy:

- a) místnosti vytápěné otopnými tělesy se sálavým účinkem (např. deskovými radiátory),
- b) místnosti vytápěné otopnými tělesy bez sálavého účinku (např. konvektory) nebo teplovzdušným způsobem.

V prvním případě (o. t. se sálavým účinkem) stačí, když na konci zátoku bude součet teploty vnitřního vzduchu a střední teploty stěn

$$t_v + t_s = 35^\circ\text{C} (t'_k = 17,5^\circ\text{C}),$$

ve druhém případě (o. t. bez sálavého účinku) však je nutno, aby

$$t_v + t_s = 38^\circ\text{C} (t'_k = t_k = 19^\circ\text{C}).$$

Za předpokladů, které byly vpředu uvedeny ( $t_0 = 10$  a  $12^\circ\text{C}$ ,  $\tau_z = 15$  až  $45$  minut,  $t_v + t_s = 35$  nebo  $38^\circ\text{C}$ ), byly vypočítány doby zátoku a potřebné otopné příkony pro místnosti

5 × 4 × 3 m (např. obytné pokoje) .....	ΣF = 94 m <sup>2</sup> ,
4 × 3 × 3 m (např. ložnice) .....	ΣF = 66 m <sup>2</sup> ,
3 × 2 × 3 m (např. kuchyně) .....	ΣF = 42 m <sup>2</sup> .

Přitom bylo počítáno s tím, že při otopných tělesech se sálavým účinkem bude stav na konci zátoku

při $t_0 = 10^\circ\text{C}$ .....	$t_v = 22^\circ\text{C}$ , $t_s = 13^\circ\text{C}$ ,
při $t_0 = 12^\circ\text{C}$ .....	$t_v = 21^\circ\text{C}$ , $t_s = 14^\circ\text{C}$

a při otopných tělesech bez sálavého účinku

při $t_0 = 10^\circ\text{C}$ .....	$t_v = 24,5^\circ\text{C}$ , $t_s = 13,5^\circ\text{C}$ ,
při $t_0 = 12^\circ\text{C}$ .....	$t_v = 23,5^\circ\text{C}$ , $t_s = 14,5^\circ\text{C}$ .

Výsledky jsou uvedeny v *tabulce I*.

V tabulce jsou uvedeny také hodnoty  $Q_z$  a  $\tau_z$  pro zátok z počátečního stavu  $t_0 = 14^\circ\text{C}$ . V tomto případě by se vystačilo s menšími tepelnými příkony, v případě poklesu teploty pod  $t_0 = 14^\circ\text{C}$  by však vytápění nebylo dosti pohotové.

Z tabulky I vyplývá, že pro zátok z počátečního stavu  $t_0 = 10^\circ\text{C}$  by bylo nutno instalovat příliš velká otopná tělesa, kterých by pak při normálním provozu vytápění (při ustáleném stavu) bylo jen nepatrně využito. Je proto nutno počítat pouze se zátokem z nejnižšího počátečního stavu  $t_0 = 12^\circ\text{C}$ , nebo se spokojit v případech, když místnost během dlouhé přestávky ve vytápění vychladne pod  $t_0 = 12^\circ\text{C}$ , s delší dobou zátoku než 1 hodina.

Tabulka I. Doba zátoku a tepelný příkon při zátoku

Rozměry místnosti	Vypočítané hodnoty		Opravené hodnoty	
	Doba zátoku $\tau_z$ [h]	Tepelný příkon $Q_z$ [kcal/h]	Tepelný příkon $Q_z'$ [kcal/h]	Doba zátoku $\tau_z'$ [h]
1. Otopné těleso se sálavým účinkem (deskový radiátor); $t_k' = 17,5^\circ\text{C}$				
a) Počáteční stav $t_o = 10^\circ\text{C}$ ; konečný stav $t_v = 22^\circ\text{C}$ , $t_s = 13^\circ\text{C}$				
$5 \times 4 \times 3$ m	} 0,705 h (42 1/4 min.)	5920	6000	0,63 (38 min.)
$4 \times 3 \times 3$ m		4160	4250	0,575 (34 1/4 min.)
$3 \times 2 \times 3$ m		2650	2750	0,498 (30 min.)
b) Počáteční stav $t_o = 12^\circ\text{C}$ ; konečný stav $t_v = 21^\circ\text{C}$ , $t_s = 14^\circ\text{C}$				
$5 \times 4 \times 3$ m	} 0,515 h (31 min.)	4600	4500	0,63 (38 min.)
$4 \times 3 \times 3$ m		3230	3250	0,497 (30 min.)
$3 \times 2 \times 3$ m		2060	2000	0,657 (39 1/2 min.)
c) Počáteční stav $t_o = 14^\circ\text{C}$ ; konečný stav $t_v = 20^\circ\text{C}$ , $t_s = 15^\circ\text{C}$				
$5 \times 4 \times 3$ m	} 0,254 h (~15 1/4 min.)	3290	3250	0,299 (18 min.)
$4 \times 3 \times 3$ m		2310	2250	0,339 (20 1/4 min.)
$3 \times 2 \times 3$ m		1470	1500	0,194 (11 1/2 min.)
2. Otopné těleso bez sálavého účinku (konvektor); $t_k' = 19^\circ\text{C}$				
a) Počáteční stav $t_o = 10^\circ\text{C}$ ; konečný stav $t_v = 24,5^\circ\text{C}$ , $t_s = 13,5^\circ\text{C}$				
$5 \times 4 \times 3$ m	} 0,64 h (38 1/2 min.)	7240	7250	0,63 (38 min.)
$4 \times 3 \times 3$ m		5080	5000	0,715 (43 min.)
$3 \times 2 \times 3$ m		3230	3250	0,63 (38 min.)
b) Počáteční stav $t_o = 12^\circ\text{C}$ ; konečný stav $t_v = 23,5^\circ\text{C}$ , $t_s = 14,5^\circ\text{C}$				
$5 \times 4 \times 3$ m	} 0,49 h (29 1/2 min.)	5920	6000	0,425 (25 1/2 min.)
$4 \times 3 \times 3$ m		4160	4250	0,379 (23 min.)
$3 \times 2 \times 3$ m		2640	2750	0,339 (20 min.)
c) Počáteční stav $t_o = 14^\circ\text{C}$ ; konečný stav $t_v = 22,5^\circ\text{C}$ ; $t_s = 15,5^\circ\text{C}$				
$5 \times 4 \times 3$ m	} 0,292 h (17 1/2 min.)	4600	4500	0,361 (21 3/4 min.)
$4 \times 3 \times 3$ m		3230	3250	0,28 (17 min.)
$3 \times 2 \times 3$ m		2060	2000	0,38 (23 min.)

#### 4. ZÁVĚR

S ohledem na urychlení zátoku místností při elastických otopných soustavách je nutno počítat s větším otopným příkonem (výkonem otopných těles), než jakých je třeba pro vytápění při ustáleném tepelném stavu. V obytných budovách normálního stavebního provedení (z cihelného zdiva nebo z materiálu, který má podobné tepelné vlastnosti jako cihelné zdivo) má být tepelný příkon

- pro místnosti  $5 \times 4 \times 3$  m..... $Q_z = 4500$  kcal/h,
- pro místnost  $4 \times 3 \times 3$  m..... $Q_z = 3250$  kcal/h,
- pro místnost  $3 \times 2 \times 3$  m..... $Q_z = 2000$  kcal/h.

Při otopných tělesech bez sálavého účinku (konvektory) nebo při teplovzdušném vytápění je nutno uvedené hodnoty  $Q_z$  o 30% zvětšit. Při zátoku z počátečního stavu  $t_0 = 14^\circ\text{C}$  by se naopak vystačilo s tepelnými příkony  $Q_z$  o 30% menšími.

Závěry této naší studie o volbě otopného příkonu při elastických otopných soustavách není ovšem možno považovat za konečné vyřešení celé otázky. Cílem naší práce bylo především informovat o problému otopného příkonu potřebného k urychlenému zátoku a upozornit na zásady, ke kterým bude nutno přihlížet při jeho řešení. Konečné vyřešení otázky otopného příkonu při elastických soustavách si vyžádá ještě dalších podrobnějších studií, při kterých bude také přihlíženo k rozdílnému ochlazování jednotlivých stěn omezujících místnost a k vlivu dalších činitelů.

## КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ ЭЛАСТИЧЕСКИМИ ОТОПИТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

*Инж. д-р Яромир Цицелка*

В статье объясняется влияние температуры стен на время отапливания и даются уравнения для подсчета времени отапливания. Общие выводы в статье применены для определения количества тепла, которое необходимо затратить на ускоренное отапливание помещений эластическими отопительными системами.

## WÄRME BEDARF WÄHREND DER ANHEIZZEIT DER RÄUME MITTELS ELASTISCHER HEIZUNGSSYSTEME

*Ing. Dr. Jaromír Cihelka*

In der Arbeit ist der Einfluss der Wandtemperatur an die Anheizzeit erklärt und die Gleichung zur Berechnung der Anheizzeit angegeben. Die allgemeinen Erkenntnisse werden zur Bestimmung des Wärmebedarfes, der zur Beschleunigung der Anheizzeit der Räume mittels elastischer Heizungssysteme nötig ist, verarbeitet.

● **Kontrola potrubí televiseí.** Konstrukce speciální televizní soustavy pro prohlížení a kontrolu kanalizačních trubních sítí byla sestavena firmou Ingenieur-Büro Atlas, Kiel — Helmut Hunger v Německé spolkové republice. Normální provedení je pro trouby o průměru 250—1000 mm, miniaturní pro trouby o průměru do 70 mm. Komora uložená ve speciálním pouzdře a chráněná netečným plynem pod tlakem (aby bylo zabráněno výbuchům zápalných plynů v potrubí a předcházení se znehodnocování aparatury), se pohybuje po lanovém vleku 60—80 m dlouhém. Celá aparatura má vlastní zdroj proudu (generátor). Denní výkon pracovní skupiny, vybavené touto aparaturou, může být až 600 bm trubních sítí. (Heizung-Lüftung-Haustechnik 4 (59).) (Cha)

● **V Bernu byla postavena věž pro studium proudění a tlakových podmínek ve svislém kanalizačním potrubí.** Byla postavena na odborné škole pro instalatéry a je 18 m vysoká. Je možno na ní vyzkoušet všechny varianty odpadního potrubí a jeho částí, které jsou přechodem od vodorovného ke svislému potrubí, tvarovek, odvětrání atd. Potrubí je z průhledného materiálu a ve vzdálenostech 30—50 cm jsou osazeny U-trubicové tlakoměry. Na věži je nádržka na 250 l vody s možností vypouštění 10—450 l/min. (Chl)

● **Směrnice pro vytápění laboratoří a přednáškových místností** vydal Spolek německých inženýrů v řadě VDI-Richtlinien 2051. Směrnice se týkají všech druhů laboratoří. (Chl)

● **Osový ventilátor s rotorem ze skelného laminátu.** Firma Planair Ltd., Windfield House Surrey použila u svého nového typu osového ventilátoru „Wafter“ skelných laminátů. Ventilátor je určen pro odsávání vzduchu a par z koupelen, umývárén, záchodů, kuchyní, skladů apod. Výkon ventilátoru je 1,4 m<sup>3</sup>/min. Rotor je ze skelného laminátu, lopatky jsou na střed přivařeny. Elektromotor má příkon jen 12 W při 2750 ot/min. Chod ventilátoru je bezhlučný. (Jo)

## DOC. INŽ. VELISLAV IVANOV: TEPELNÁ STABILITA BUDOV — 2. ČÁST

*dokončení příspěvku uveřejněného v čísle 6/59*

## 2. TEPELNÁ OCHRANA OBVODOVÝCH STĚN

Thloušťka a tepelná ochrana obvodových stěn jsou určeny hlavně hygienickými hledisky, a to jednak teplotní amplitudou vzduchu v místnosti, jednak povrchovou teplotou obvodové stěny, která nesmí klesnout pod rosný bod, tj.

$$t_o \geq t_t = t_l - \frac{t_l - t_a}{\alpha_l R} \text{ [}^\circ\text{C]}. \quad (33)$$

Z této rovnice lze stanovit tloušťku stěny

$$\delta = \lambda \left\{ \left[ \frac{t_l - t_a}{t_l - t_t} - 1 \right] \frac{1}{\alpha_l} - \frac{1}{\alpha_a} \right\}, \quad (34)$$

kde  $t_o$ ,  $t_l$ ,  $t_a$  a  $t_t$  jsou vnitřní povrchové teploty obvodové stěny, vzduchu, vnější teploty a teploty rosného bodu,  $\alpha_a$  a  $\alpha_l$  jsou součinitelé přestupu tepla na vnější a vnitřní straně stěn,  $\delta$  — tloušťka stěny,  $\lambda$  — tepelná vodivost stěny a  $R$  — tepelný odpor.

Z rovnice (34) bylo by možno usoudit, že nejdůležitější vlastností obvodových stěn je jejich tepelná vodivost. Mnozí autoři [5], [6], [7], [8] posuzují kvalitu obytných místností jen podle tepelné ochrany obklopujících obvodových stěn a srovnávají isolační schopnost stěny s ekvivalentní tloušťkou cihelného zdiva.

První podmínka, týkající se požadované minimální amplitudy vzduchu v místnosti během 24 hodin nemůže být splněna jen volbou vhodných tepelně isolačních vlastností obvodových stěn. Ukazuje se, že na teplotní amplitudu vzduchu v místnosti má vliv celý prostor, a proto je nutno určit novou veličinu, která by lépe vystihla vliv stavebního uspořádání na kolísání teploty v místnosti. Touto novou veličinou je tepelná jímavost prostoru.

Dostatečná tepelná ochrana obvodových stěn v budově musí být zajištěna ještě z jiného důvodu. V důsledku různého rozložení místností v budově mají místnosti různý počet ochlazovaných ploch (tj. obvodových stěn, oken a dveří, v posledním podlaží mají ochlazovaný strop, podlahu nad suterény atd.). Z tohoto důvodu bude střední povrchová teplota okolních ploch v těchto místnostech různá. Tato střední povrchová teplota okolních ploch má největší vliv na hygienu bydlení, čímž i kvalita jednotlivých místností po stránce hygienické bude různá. Jak známo, jsou podstřešní místnosti v zimě studené a v létě horké, přízemní místnosti jsou v zimě i na jaře chladné apod. To si lze vysvětlit jednak větším teplotním rozkmitem vzduchu v místnostech během 24 hodinového cyklu, jednak sníženou výslednou teplotou [9], [10], [11] a [16]. U obytných budov lze výslednou teplotu  $t_e$  stanovit s dostatečnou přesností jako aritmetický střed mezi teplotou vzduchu  $t_l$  a střední povrchovou teplotou okolních ploch  $t_{mo}$ :

$$t_e = \frac{t_l + t_{mo}}{2} \text{ [}^\circ\text{C]}. \quad (35)$$

Vzhledem k tomu, že člověk vyměňuje teplo se svým okolím jak konvekcí tak i sáláním, je pro jeho pohodu důležitá nejen teplota vzduchu, ale též střední povrchová teplota okolních ploch. Z toho lze usoudit, že člověk je citlivý vůči oběma teplotám a směrodatná je výsledná teplota. Veličina  $t_e$  se neprojevuje jen jako měřítko pohody prostředí člověka v daném prostoru, avšak je též fyzikální veličinou, jež může být měřena teploměrem podle Vernona nebo Missenarda. Je nutno dbát, aby střední povrchová teplota okolních ploch  $t_{mo}$  nebyla proti teplotě vzduchu nižší než 2 až 3°C, nemá-li nastat snížení výsledné teploty o 1 až 2°C, což by vedlo nejen k nepříjemnému pocitu chladu, ale bylo by i zdraví škodlivé. Závislost mezi střední povrchovou teplotou okolních ploch místnosti a její tepelné ochrany lze vyjádřit rovnicemi pro stacionární tepelný tok, při čemž lze použít vztahu, vyjádřeného součinitelem  $D$  [16], [19].

$$D = \frac{Q_{wv}}{\Sigma F(t_l - t_a)}, \quad (36)$$

kde značí  $Q_{wv}$  tepelné ztráty místnosti [kcal/h],  
 $\Sigma F$  součet okolních ploch prostoru [m<sup>2</sup>],  
 $t_a$  venkovní teplota [°C].

Při použití součinitele  $D$  z rovnice (36) lze psát rovnici pro tepelný tok

$$\alpha_l \Sigma F(t_l - t_{mo}) = D \Sigma F(t_l - t_a).$$

Z této rovnice lze při uvažování hygienických požadavků

$$t_l - t_{mo} = \Theta_{mo} \quad \text{a} \quad t_l - t_a = \Theta_a$$

stanovit maximální přípustnou hodnotu součinitele, který jednoznačně určuje tepelnou ochranu zkoumaného prostoru

$$D_m = \alpha_l \frac{\Theta_{mo}}{\Theta_a}. \quad (37)$$

Střední hodnota  $\alpha_l$  je obvykle  $\alpha_l = 7,5$  kcal/m<sup>2</sup>h °C.

Rovnice (37) umožňuje stanovit tepelnou ochranu libovolného prostoru, je-li dána velikost a druh použitých stavebních prvků. Na základě této rovnice a hodnoty součinitele  $D_m$  lze získat následující výraz:

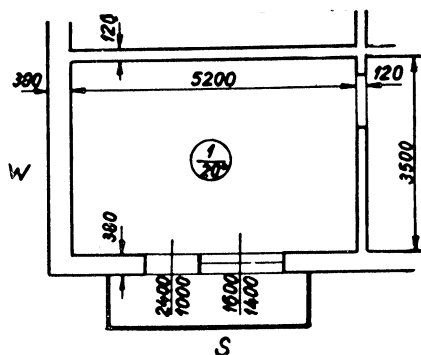
$$D_m = K_F \frac{F_F}{\Sigma F} + K_{AW} \frac{F_{AW}}{\Sigma F} + \eta K_{JW} \frac{F_{JW}}{\Sigma F} + \eta' K_D \frac{F_D}{\Sigma F} + \eta'' K_{FB} \frac{F_{FB}}{\Sigma F}, \quad (38)$$

kde  $\Sigma F$  je součet okolních jednotlivých ploch stěn uvažované místnosti.  $\Sigma F = F_F + F_{WA} + F_{JW} + F_D + F_{FB}$ . Indexy  $F$ ,  $AW$ ,  $IW$ ,  $D$  a  $FB$  značí okno, obvodovou stěnu, vnitřní stěnu, strop, podlahu atd.

$K$  je součinitel prostupu tepla u jednotlivých stavebních dílců, jež uzavírají danou místnost [kcal/m<sup>2</sup>h °C].

$\eta$  je bezrozměrná teplota  $\eta = \frac{t_l - t_x}{\Theta_a}$ ,

kde  $t_x$  značí teplotu stěny.



Obr. 2.

Hodnoty  $D$  pro jednotlivé místnosti budovy jsou obvykle v rozsahu  $D = (0,25 \text{ až } 0,8)$ . Uvažuje-li se např. pro sofijské poměry  $D_m = 0,4$  při  $\Theta_a = 38^\circ\text{C}$  a  $\Theta_{m0} = 2^\circ\text{C}$ , musí všechny místnosti být izolovány tak, aby odpovídaly hodnotě  $D > 0,4$ .

*Příklad:* Má být určena tepelná ochrana místnosti podle obr. 2 s hodnotou  $D = 0,725$  tak, aby  $D \leq D_m \leq 0,4$ . Z rovnice (38) vyplývá:

$$D_m = 0,4 = K_{AT} \frac{F_{AT}}{\Sigma F} + K_F \frac{F_F}{\Sigma F} + K_{AW} \frac{F_{AW}}{\Sigma F_{\text{jih}}} + K_{AW} \frac{F_{AW}}{\Sigma F_{\text{záp.}}} + \eta K_D \frac{F_D}{\Sigma F}$$

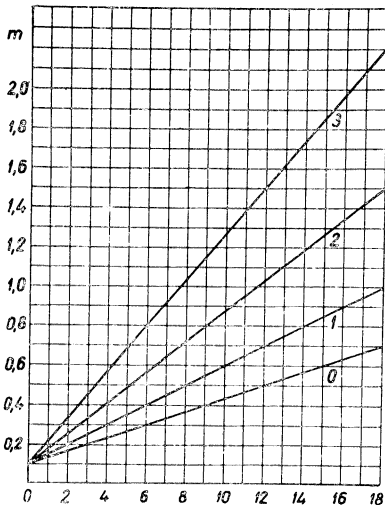
Vzhledem k tomu, že dveře a okna nelze nijak upravit a plocha obvodové stěny je v porovnání k ostatním plochám téměř zanedbatelná, dostaneme:

$$D_m = 0,4 = 4,5 \frac{2,4}{90,3} + 3,5 \frac{2,2}{90,3} + 1,34 \frac{11,6}{90,3} + K_{AW} \frac{10,8}{90,3} + K_D \frac{18,2 \cdot 0,8}{90,3}$$

$$D_m = 0,4 = 0,12 + 0,085 + 0,171 + K_{AW} 0,12 + K_D 0,2 \cdot 0,8$$

Jsou-li obě obvodové stěny zhotoveny z voštinového zdiva 25 cm tlustého a izolovány 15 cm silnou vrstvou autoklavovaného pěnobetonu, je jejich součinitel prostupu tepla  $K = 0,736 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  a  $K_D = 0,107/0,16 = 0,67 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ . Znamená to, že tepelná ochrana stropní desky musí být provedena 15 cm tlustou vrstvou pěnobetonu s  $\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$  a  $\gamma = 600 \text{ kg/m}^3$ .

Z příkladu je patrné, že lze poměrně jednoduše určit tepelnou ochranu místnosti, což lze provést současně s výpočtem tepelných ztrát budovy. Rovněž je zřejmé, že jen některé místnosti v budově musí být opatřeny tepelnou ochranou. Tímto způsobem se hygienickým požadavkům vyhoví ve všech místnostech v budově při malých stavebních nákladech a jednoduchém provedení.



Obr. 3. Doba přerušení v hodinách (0 — teplovodní sálavé vytápění, 1 — kachlová kamna — komín, 2 — teplovodní vytápění radiátorové, 3 — nízkotlaké parní topení.

### 3. TEPELNÁ JÍMAVOST PROSTORU

Teplotní amplituda ve vytápěné místnosti během 24 hodin periody závisí nejen na tepelné ochraně, ale zejména na tepelné jímaivosti zkoumané místnosti. Během otopu místnosti akumuluje se teplo ve stěnách, stropěch a podlahách, které toto teplo zase vydávají v době otopné přestávky. Z toho vyplývá, že čím více tepla se akumuluje ve stěnách místnosti, tím bude teplotní amplituda vzduchu v místnosti menší. Podle sovětských hygienických norem nesmí teplotní amplituda v obytné místnosti přesahovat  $\pm 3^\circ\text{C}$ , což znamená, že má-li být dodržena požadovaná teplota v místnosti  $19^\circ\text{C}$ , nemá teplota v místnosti během otopu přestoupit  $22^\circ\text{C}$  a během přerušování otopu klesnout pod  $16^\circ\text{C}$ . Větší teplotní amplituda je zdraví škodlivá, neboť termoregulace v lidském organismu připouští jen malý teplotní rozdíl, obzvláště v obytných místnostech.

Teplotní amplituda  $\Theta_t$  v prostoru může být vyjádřena rovnicí:

$$\Theta_t = \frac{m Q_{wv}}{\Sigma B F} \quad [^\circ\text{C}], \quad (39)$$

kde součinitel  $m = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{2Q_m}$  je závislý na druhu a způsobu vytápění (obr. 3).  $Q_{wv}$  je tepelná ztráta místnosti a  $Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$  a  $Q_m$  jsou maximální, minimální a střední tepelná množství, vydávaná otopnými tělesy.  $\Sigma BF = B_1 F_1 + B_2 F_2 + B_3 F_3 \dots B_n F_n = B_m \Sigma F$  je součet součinů měrné tepelné jímavosti  $B$  jednotlivých stěn místnosti a odpovídající plochy stěny.

Hodnota  $B$  je pak

$$B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_l} + \frac{1}{Y_k}}, \quad (40)$$

kde  $Y_k$  je součinitel měrné tepelné jímavosti odpovídající stěny místnosti.

Aby teplotní amplituda vzduchu v místnosti byla pokud možno malá, mají být, jak vyplývá z rovnice (39), pokud možno malé i hodnoty součinitele  $m$ , závislé na druhu a způsobu vytápění, tepelné ztrátě a tepelné ochraně místnosti. Proti tomu má být hodnota  $\Sigma BF$  (měrná tepelná jímavost) velká. Jak vyplývá z rovnice (39), závisí teplotní amplituda vnitřního vzduchu v místnosti současně jak na tepelné ochraně, tak i na tepelné jímavosti jednotlivých stěn místnosti, tudíž na tepelné stabilitě daného prostoru.

#### 4. TEPELNÁ STABILITA PROSTORU

Tepelná stabilita prostoru je charakterisována malou vnitřní teplotní amplitudou  $\Theta_l$  podle rovnice (39). Maximální hodnota  $\Theta_l$  nesmí přestoupit  $\pm 3^\circ\text{C}$ . Tepelná stabilita prostoru je jednoznačně určena tehdy, dá-li se stanovit závislost mezi tepelnou ochranou a tepelnou jímavostí ohraničujících dílců. Tuto závislost je možno určit snadno, vyjádří-li se tepelné ztráty  $Q_{wv}$  v rovnici (39) faktorem  $D$  (jedině  $D$  je měrou tepelné ochrany prostoru):

$$Q_{wv} = D \Sigma F \Theta_a.$$

Z rovnice (36) a (39) se získá

$$\Theta_l = \frac{mD \Sigma F \Theta_a}{\Sigma BF}$$

a poněvadž  $\Sigma BF = B_m \Sigma F$ , je  $\Theta_l = \frac{mD \Theta_a}{B_m}$ . Tato rovnice určuje jednoznačně tepelnou stabilitu prostoru, jakož i tvar a druh obklopujících stěn. Z ní lze vyjádřit

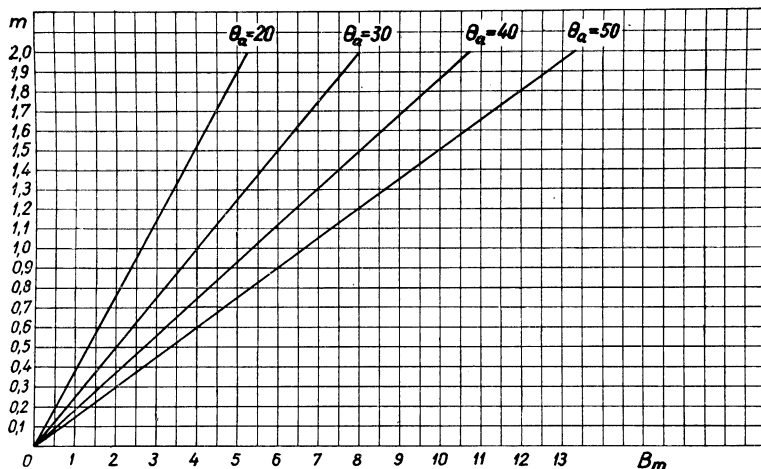
$$B_m = mD \frac{\Theta_a}{\Theta_l}. \quad (41)$$

Všechny veličiny v rovnici (41) jsou určeny a jejich mezní hodnota je známá, z čehož vyplývá, že i mezní hodnota  $B_m$  může být stanovena. Tak se např. stanoví součinitel  $m$  podle druhu a způsobu použití otopného zařízení podle obr. 3. Maximální hodnota  $D_m$  je určena hygienickými požadavky.  $\Theta_a$  závisí na zeměpisné poloze stavby a  $\Theta_l$  na hygienických požadavcích. Je-li známa hodnota  $B_m$ , je možno jednoduchým způsobem určit hodnoty  $B$  pro jednotlivé stavební konstrukce místností, postupuje-li se obdobně jako v rovnici (38), tedy

$$B_m = B_F \frac{F_F}{\Sigma F} + B_{AW} \frac{F_{AW}}{\Sigma F} + B_{JW} \frac{F_{JW}}{\Sigma F} + B_D \frac{F_D}{\Sigma F} + B_{tB} \frac{F_{tB}}{\Sigma F}. \quad (42)$$



Rovnice (41) je vyznačena graficky na obr. 4.  $\Theta_a$  je zvolen jako parametr. Pro  $\Theta_i$  je uvažována hodnota  $3^\circ\text{C}$  a pro  $D_m$  hodnota  $0,4 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ . Pomocí diagramu v obr. 3 a 4 lze při určitých otopných systémech a známém způsobu použití stanovit hodnotu  $B_m$ . Diagram v obr. 4 dovoluje pro hodnoty  $B_m$  a  $\Theta_a$  daných staveb určit druh otopného systému podle periody přerušení vytápění. Na základě těchto diagramů lze činit další závěry.



Obr. 4.

Stavby, které jsou používány během celé 24 hodinové periody musí být tepelně stabilní. Při jejich otopu se nemá připustit otopná přestávka delší než 9 hodin. Pro obvyklé stavební provedení mění se hodnoty  $B_m$  pro jednotlivé místnosti stavby mezi 3 až  $4,4 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ , což jsou minimální hodnoty pro teplovodní otopnou soustavu s devítihodinovou otopnou přestávkou, jež nesmí být překročeny.

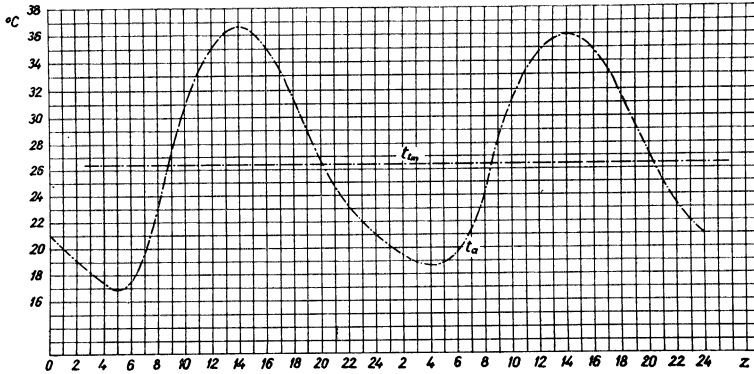
Aby u tepelné stability nedošlo k chybnému výkladu, nutno se ještě zmínit o následujícím: Při použití mosaikové podlahy může mít součinitel  $B_{FB}$  hodnotu  $3,5-4,5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ . Při použití stejné podlahy, zhotovené však z parket kladených na pilinobeton nebo na piliny lisované s asfaltem, získá  $B_{FB}$  hodnotu  $2,38-2,62$ , tudíž z hlediska tepelné stability, hodnoty nevýhodné. Opačně, v soulase s výzkumy I. S. Cammerera a W. Schüleho [12], [13], [14] musí podlahy vykazovat menší měrné tepelné jímavosti, potřebné k zamezení pocitu chladných nohou, což znamená, že hodnota  $B_{FB}$ , která je funkcí  $B_m$ , nesmí přestoupit  $B_{FB} = 3$ . V tab. I. jsou uvedeny některé fyzikální hodnoty nejčastěji používaných stavebních konstrukcí.

Pro klimatické podmínky jižních částí Evropy nutno přezkoušet, zda budova, jež je tepelně stabilní v zimním období, je při změněných podmínkách tepelně stabilní též v letním období. V létě vniká teplo do budovy hlavně okny. Obzvláště při západní a východní orientaci vyvolává sluneční záření okny podstatné zvýšení teploty v obytných prostorech. Vnikání sálavého tepla okny lze zamezit umístěním žaluzií vně oken [20]. Tepelně stabilní prostor, který je chráněn před vnikáním sálavého slunečního tepla okny, může v létě vykazovat výhodnou vnitřní teplotu,

Tabulka I.

	$\lambda$	$c_p$	$\gamma$	$s$	$\delta$	$R$	$R \cdot s$	$B$ ( $R_s > 1$ )
	$\frac{\text{kcal}}{\text{mh}^\circ\text{C}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$	m	$\frac{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}{\text{kcal}}$	—	$\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$
1. Porézní betonové bloky (kvádry) s dutinami 290/190/190 u. 290/190/90	0,375	0,21	1 380	5,3	0,09 0,190 0,290 0,380	0,24 0,51 0,775 1,01	1,27 2,70 4,10 5,36	pro silnou vrstvu 3,1
2. Voštinové cihly normálního formátu	0,45	0,21	1 350	5,7	0,38 0,25 0,12	0,845 0,555 0,267	4,8 3,16 1,52	3,24
3. Voštinové cihly metrického formátu 250/120/140	0,40	0,2	1 200	5,0	0,38 0,25 0,14 0,12	0,95 0,625 0,35 0,3	4,75 3,1 1,75 1,5	3
4. Škvárobetonové bloky	0,45	0,18	1 200	5,05	0,12 0,25 0,38	0,267 0,555 0,845	1,34 2,80 4,27	3
5. Bloky z pěnobetonu	0,34	0,20	960	4,2	0,12 0,25 0,38	0,353 0,735 1,12	1,48 3,08 4,7	2,7
6. Panely z armovaného betonu, 70 cm tlusté	0,3	0,2	900	3,8	0,7 0,14	0,23 0,46	0,83 1,75	2,5
7. Bloky z autoklávaného pěnobetonu 400/600/100 400/600/150 vnitřní stěny	0,32	0,2	1 000	4,1	0,10 0,15 0,20	0,31 0,47 0,63	1,27 1,93 2,58	2,65
8. Bloky z autoklávaného pěnobetonu 600/350/120 vnější stěny	0,32	0,2	1 000	4,1	0,12 0,25 0,35	0,375 0,78 1,1	1,54 3,2 4,5	2,65
9. Vnější omítka	0,75	0,2	1 600	7,9	0,03	0,04	0,314	3,85
10. Vnitřní omítka	0,65	0,2	1 600	7,4	0,02	0,03	0,22	3,73
11. Obyčejné cihly	0,65	0,21	1 800	8	0,12 0,25 0,38	0,185 0,385 0,585	1,48 3,08 4,7	3,88
12. Dřevěné základy podlah	0,12	0,65	550	3,3	0,025	0,208	0,7	,3
13. Parkety	0,12	0,57	800	3,8	0,022	0,183	0,7	
14. Asfaltový korek	0,10	0,45	300	1,9	0,015	0,15	0,29	1,52
15. Pilinová drť, z asfaltu	0,12	0,5	330	2,3	0,015	0,125	0,29	1,78
16. Pilinobeton	0,30	0,3	450	3,3	0,05	0,167	0,55	2,3
17. Škvárobeton	0,45	0,18	1 200	5,05	0,05	0,111	0,56	3
18. Železobetonová deska	1,3	0,2	2 400	12,8	0,1	0,08	1,03	74

kteřá se blíží středním denním venkovním teplotám (obr. 5). Samozřejmě lze zanedbat vliv kolísání venkovní teploty jen tehdy, jsou-li stavební konstrukce obklopující



Obr. 5.

místnost dostatečně tepelně stabilní. Podle sovětské literatury [17] musí být při prostupu tepla do místnosti vnější teplotní amplituda tlumena až na  $\Theta_l = 1,5^\circ\text{C}$ .

$$\Theta_l = \frac{\alpha_l}{B_m} \frac{\Theta_a}{\nu} \frac{F_A}{\Sigma F}, \quad (43)$$

kde  $\Theta_a$  maximální teplotní amplituda v létě,  
 $\nu$  stupeň útlumu.

Jestliže tepelná stabilita stěny, při které je poměr  $\Theta_a/\nu = 2$  a  $\Theta_l = 1,5$ , dostaneme z rovnice (43), že

$$B_m = \frac{2}{1,5} \alpha_l \frac{F_A}{\Sigma F}. \quad (44)$$

Rovnice (44) byla stanovena obdobným způsobem jako rovnice (42) a lze z ní odvodit podmínky pro letní tepelnou stabilitu prostoru.

Závisle na podmíněném poměru  $\Theta_a/\nu = 2$  je možno určit též tloušťku obvodových stěn, v daném případě

$$\nu = \nu_1 \nu_2 \nu_3 \dots \nu_n = e^{\frac{\Sigma R s}{\sqrt{i}}} \cdot \mu_1 \frac{s_1 + \alpha_l}{s_1 + Y_1} \frac{s_2 + Y_1}{s_2 + Y_2} \dots \frac{s_n + Y_{n-1}}{s_n + Y_n} \frac{Y_n - \alpha_a}{\alpha_a} \cdot \mu. \quad (45)$$

Stěna o daném stavebním materiálu se rozdělí na  $n$ -stejných vrstev za podmínky, že každá vrstva má hodnotu  $R s = 1$ , z čehož vyplývá tloušťka  $\delta_i = \frac{\lambda}{s}$ .

Pro  $\nu$  podle rovnice (45) platí, že  $\nu = \nu_1 \nu_2 \nu_3 \nu_i^n \nu_n$ . Pro celou stěnu lze dosadit

$$D_w = \Sigma \delta_k + n \delta_i, \quad (46)$$

kde  $\Sigma \delta_k$  jsou tloušťky vrstev, které odpovídají útlumům  $\nu_1, \nu_2$  a  $\nu_n$  a které nejsou uvažovány v základní tloušťce stěny  $n \delta_i$ .

V rovnici (46) je ještě neznámý počet vrstev  $n$ , na které je základní tloušťka stěny rozdělena. Hodnota  $n$  se určí pomocí výrazů

$$\nu = \Theta_a/2 = \nu_1 \nu_2 \nu_i^n \nu_n \quad \text{a} \quad n = \frac{\lg \frac{\Theta_a}{2 \nu_1 \nu_2 \nu_n}}{\lg \nu_i},$$

kde hodnoty  $\nu_1, \nu_2, \nu_3 \dots \nu_n$  se určí z rovnice (45).

Vzhledem k tomu, že experimentálním průzkumem, provedeným v jižních územích UdSSR [18] (B. F. Vasilev a L. L. Daškev) bylo dosaženo dobré shody s teoretickými vztahy podle rovnice (45), lze předpokládat též správnost rovnice (47).

Při splnění podmínky  $\Theta_a/\nu = 2$  podle rovnice (46) se získá pro cihelné zdivo a pro západní stranu  $n\delta_i = 204$  mm, čímž je podán důkaz, že pro sofijské klima se plně vystačí s tloušťkou 25 cm tlustým cihelným zdívem k získání vyhovujícího útlumu teplotní amplitudy venkovního vzduchu.

Pro tutéž stěnu je fázový posuv vypočtený z rovnice

$$\varepsilon = \frac{1}{15} \left( 40,5 \Sigma R_s - \operatorname{arctg} \frac{\alpha_i}{\alpha_i + Y_i \sqrt{2}} + \operatorname{arctg} \frac{Y_A}{Y_A + \alpha_a \sqrt{2}} \right)$$

9 hodin 12 minut. Za tuto dobu tedy teplotní vlna projde stěnou na její vnitřní povrch.

#### Literatura

- [1] Šklover A. M., Vasilev B. F., Uškov F. W.: Grundlage der Bauwärmetechnik, Moskva 1956.
- [2] Lejkov A. W.: Theorie der Wärmeleitung, Moskva 1952.
- [3] Matšinskij W. D.: Wärmetechnische Grundlagen des Bauwesens, 1949.
- [4] Fokin K. F.: Bauwärmetechnik der Begrenzungsbaulemente, Moskva 1954.
- [5] Cammerer I. S.: Gesundheitsingenieur, 59 I/1936 S. 73
- [6] Cammerer I. S.: Gesundheitsingenieur, 59 I/1936 S. 261.
- [7] Schüle Walter: Gesundheitsingenieur, 62 I/1939 S. 641.
- [8] Brause Georg: Gesundheitsingenieur, 63 I/1940 S. 147.
- [9] Gini A.: Gesundheitsingenieur. 63 I/1940 S. 449.
- [10] Van Zuilen-Defft D.: Gesundheitsingenieur, 63 I/1940 S. 73.
- [11] Missenard: Gesundheitsingenieur, 59 I/1936 S. 409.
- [12] Cammerer I. S., Schüle W.: Gesundheitsingenieur, 78 I/1957 S. 251.
- [13] Cammerer I. S., Schüle W.: Gesundheitsingenieur, 78 I/1957 S. 266.
- [14] Schüle Walter: Gesundheitsingenieur, 78 I/1957 S. 289.
- [15] Din 5034: Gesundheitsingenieur, 78 I/1957 S. 183.
- [16] Rietschel-Gröber: Heiz- u. Lüftungstemp., Gesundheitsingenieur, I/1950 S. 77.
- [17] Šklover A. M.: Wärmetechnische Berechnungen von Gebäuden in den südlichen Gebieten der UdSSR, Moskva, 1952.
- [18] Vasilev B. F.: Experimentelle Forschung der Temperatur und Bauwesens und Architektur, Moskva 1957.
- [19] Ivanov Velislav: Wärmeübertragung bei sonnenbestrahlten Wänden, Jahrbuch MEI, 1958.
- [20] Air Conditioning Heating and Ventilating, February 1958, 55<sup>th</sup> Year, page 85.

### ТЕПЛОВАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕК

Доц. В. Иванов

Nastojící studie je věnována řešení problematiky teplotní stability postrojek. Na základě teoretického analýzy byly vypracovány základy pro zřízení tepelné ochrany budovy, nezbytné pro zajištění hygieny při současném užívání všemi místnostmi.

### STABILITÉ CALORIQUE DES BATIMENTS

Doc. V. Ivanov

L'article présenté examine la solution de la problématique d'une stabilité calorique des bâtiments. Se référant à l'analyse théorique, on a élaboré des bases pour déterminer la protection calorique du bâtiment nécessaire à assurer l'hygiène de l'habitation de toutes les pièces du bâtiment à la fois.

## ODSÁVACÍ ŠTĚRBINY PRO KONSTANTNÍ MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Inž. dr. LADISLAV OPPL

*Ústav hygieny práce a chorob z povolání, Praha*

V článku je odvozen nový způsob výpočtu odsávací štěrbiny pro konstantní odsávané množství vzduchu u vzduchovodu stálého průřezu. Navržený způsob výpočtu byl experimentálně ověřen a byla shledána velmi dobrá shoda vypočítaných a naměřených hodnot.

*Lektoroval: prof. inž. dr. J. Pulkrábek,  
doktor technických věd*

## Seznam označení

$c$	rychlost ve vzduchovodu za štěrbinou [m/s],
$c_x, c_\xi$	rychlost ve vzduchovodu ve vzdálenosti $x, \xi$ [m/s],
$d_r$	rovnomocný průměr při stálé rychlosti [m],
$F$	průřez vzduchovodu [m <sup>2</sup> ],
$l$	délka štěrbiny [m],
$p_{dx}$	dynamický tlak ve vzdálenosti $x$ [mm v. s.],
$p_{s0}$	statický tlak na začátku štěrbiny [mm v. s.],
$p_{sx}$	statický tlak ve vzdálenosti $x$ [mm v. s.],
$p_{zc}$	celková tlaková ztráta vzduchovodu se štěrbinou [mm v. s.],
$p_{zx}$	tlaková ztráta úseku délky $x$ [mm v. s.],
$\delta_x, \delta_\xi$	šířka štěrbiny ve vzdálenosti $x, \xi$ [m],
$V$	celkem odsávané množství [m <sup>3</sup> /s],
$V_x$	množství protékající průřezem ve vzdálenosti $x$ [m <sup>3</sup> /s],
$v_0$	rychlost ve štěrbíně ve vzdálenosti $x = 0$ [m/s],
$v_x, v_\xi$	rychlost ve štěrbíně ve vzdálenosti $x, \xi$ [m/s],
$x$	vzdálenost od začátku štěrbiny [m],
$\bar{x} = \frac{x}{l}$	poměrná vzdálenost od začátku štěrbiny,
$\gamma$	měrná váha vzduchu [kg/m <sup>3</sup> ],
$\zeta$	součinitel vřazeného odporu štěrbiny,
$\zeta_c$	celkový součinitel vřazeného odporu vzduchovodu,
$\zeta_s$	součinitel vřazeného odporu při směřování proudů,
$\lambda$	součinitel odporu třením,
$\mu$	průtokový součinitel štěrbiny,
$\xi$	vzdálenost od začátku štěrbiny.

## 1. ÚVOD

V odsávací technice se často setkáváme s odsávacími štěrbínami, u nichž se požaduje konstantní množství nasávaného vzduchu po celé délce štěrbiny. Přibližně lze splnit tento požadavek u vzduchovodů s malými rychlostmi a úzkými štěrbínami, v nichž rychlosti jsou vyšší než ve vzduchovodu. Odsávané množství vzduchu pak po délce štěrbiny směrem k ventilátoru mírně vzrůstá. Pomocí přípustné odchylky od středního odsávaného množství lze pak stanovit poměr průřezu štěrbiny k průřezu vzduchovodu [1]. Tento způsob vede k velkým průřezům vzduchovodů. Kon-

stantní odsávané množství můžeme dosáhnout změnou šířky štěrbiny tak, aby součin  $\xi_x v_x$  byl stálý. Pro tento případ nalezneme v literatuře jen velmi málo údajů. V. V. Baturin [2] uvádí průběh velikostí štěrbiny ve vzduchovodu stálého průřezu a empirický výpočet, v němž se však nevyskytuje rychlost ve vzduchovodu, která má nesporně značný vliv na rovnoměrnost nasávání. Vzhledem k tomu zabývali jsme se problémem odsávacích štěrbin a navrhli jsme nový způsob výpočtu štěrbin pro stálé nasávané množství, jehož správnost jsme ověřili experimentálně. Způsob výpočtu a výsledky měření uvádíme v tomto článku.

## 2. VÝPOČET ODSÁVACÍ ŠTĚRBINY PRO KONSTANTNÍ MNOŽSTVÍ VZDUCHU

Uvažujeme sací vzduchovod stálého průřezu  $F$  se štěrbinou proměnné šířky  $\xi_x$  (obr. 1). Ve vzduchovodu vytkneme průřezy ve vzdálenostech  $x$  a  $\xi$  a průřezy vzdálené od těchto o  $dx$  a  $d\xi$ . Protože nasávané množství má být rovnoměrně rozděleno po celé štěrbině délky  $l$ , platí lineární závislost mezi množstvím protékajícím vzduchovodem a vzdáleností  $x$  měřenou od začátku štěrbiny, takže

$$V_x = V \frac{x}{l}. \quad (1)$$

Množství  $V_x$  se musí nasát štěrbinou v délce  $x$ . Protože nasávací rychlost i šířka štěrbiny jsou proměnné, stanovíme množství  $V_x$  integrálním součtem elementárních množství nasávaných v délkách  $d\xi$

$$V_x = \int_0^x v_\xi \xi_\xi d\xi. \quad (2)$$

V dolní části obr. 1 je naznačen tlakový diagram, v němž jsou zakresleny průběhy tlaků statického  $p_s$  a dynamického  $p_d$  a tlakové ztráty  $p_z$ . Statický tlak na počátku štěrbiny ( $x = 0$ ) je označen jako  $p_{s0}$  a odpovídá mu nasávací rychlost  $v_0$ . Pro každý průřez můžeme psát rovnici

$$p_{s0} + p_z + p_d - p_s = 0. \quad (3)$$

Tlak  $p_{s0}$  slouží k vytvoření rychlosti  $v_0$  a ke krytí tlakové ztráty při průtoku štěrbinou, takže platí rovnice

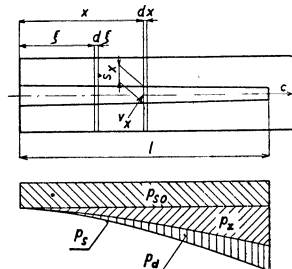
$$p_{s0} = (1 + \zeta) \frac{v_0^2}{2g} \gamma. \quad (4)$$

Stejně můžeme psát rovnici statického tlaku pro průřez ve vzdálenosti  $x$

$$p_{sx} = (1 + \zeta) \frac{v_x^2}{2g} \gamma. \quad (5)$$

Dynamický tlak vyjádříme pomocí rychlosti ve vzduchovodu  $c_x = \frac{V_x}{F}$ , jako

$$p_{dx} = \frac{c_x^2}{2g} \gamma. \quad (6)$$



Obr. 1. Vzduchovod se štěrbinou proměnné šířky.

Tlakové ztráty jsou způsobeny třením a spojováním proudu vzduchu v potrubí s proudem nasávaným štěrbinou. Vzduchovod je obecně čtyřhranného průřezu o rovnomocném průměru podle rychlosti  $d_r$ . Tlakovou ztrátu v úseku délky  $x$  vyjádříme rovnicí

$$p_{zx} = \frac{\gamma}{2g} \int_0^x \frac{\lambda}{d_r} c_\xi^2 d\xi + \zeta_s c_x^2 \frac{\gamma}{2g}. \quad (7)$$

Součinitel odporu třením  $\lambda$  možno brát přibližně 0,02. Součinitel vřazeného odporu při spojování proudů  $\zeta_s$  je podle Aldena [3] závislý na úhlu spojování proudů a na poměru množství připojovaného k množství v přímém vzduchovodu. Při úhlu napojení proudu  $90^\circ$ , pohybuje se  $\zeta_s$  v mezích 0,34 (při poměru množství do 0,1) až 0,68 (při poměru 1,0). Na začátku štěrbinu můžeme uvažovat poměr množství 1,0, kdežto na konci je tento poměr velmi malý. Na základě této úvahy jsme odhadli střední hodnotu  $\zeta_s$  na 0,5.

Rychlost  $c_\xi$  je, podobně jako průtočné množství, přímoúměrná vzdálenosti  $\xi$ , čili

$$c_\xi = c \frac{\xi}{l}. \quad (8)$$

Tento vztah dosadíme do rovnice (7) a provedeme integraci

$$p_{zx} = \frac{\gamma}{2g} \frac{c^2}{l^2} \int_0^x \frac{\lambda}{d_r} \xi^2 d\xi + \zeta_s c_x^2 \frac{\gamma}{2g} = \frac{\gamma}{2g} \frac{c^2}{l^2} \left[ \frac{\lambda}{3d_r} x^3 + \zeta_s x^2 \right]. \quad (7a)$$

Výrazy (4), (5), (6), (7a) dosadíme do rovnice (3) a dostaneme

$$(1 + \zeta) v_o^2 + \frac{c^2}{l^2} \left[ \frac{\lambda}{3d_r} x^3 + \zeta_s x^2 \right] + \frac{c^2}{l^2} x^2 - (1 + \zeta) v_x^2 = 0. \quad (3a)$$

Z této rovnice vyjádříme rychlost  $v_x$ :

$$v_x = \sqrt{\frac{c^2}{l^2} \frac{x^2}{1 + \zeta} \left( \frac{\lambda}{3d_r} x + \zeta_s + 1 \right) + v_o^2} = \sqrt{\frac{c^2 x^2}{1 + \zeta} \left( \frac{\lambda l}{3d_r} \bar{x} + \zeta_s + 1 \right) + v_o^2}. \quad (9)$$

Pro nekonečně malé množství vzduchu  $dV$  nasávané v úseku délky  $dx$  platí rovnice

$$dV = \xi_x v_x dx, \quad (10)$$

z níž vypočteme hledanou šířku štěrbinu  $\xi_x$  v různých vzdálenostech, pomocí dosazovaných rychlostí  $v_x$ , které nejprve vypočteme pro různé hodnoty  $x$  z rovnice (9). Rovnice pro šířku štěrbinu má tvar

$$\xi_x = \frac{1}{v_x} \frac{dV}{dx} = \frac{1}{v_x} \frac{V}{l}. \quad (11)$$

Při výpočtu postupujeme tak, že zvolíme několik hodnot  $x$  tak, že rozdělíme délku štěrbinu  $l$  na několik stejných dílů, tyto hodnoty  $x$  dosadíme do rovnice (9) a pomocí vypočtených rychlostí  $v_x$  stanovíme z rovnice (11) šířky štěrbinu  $\xi_x$ . Získanými body proložíme křivky, které udávají tvar štěrbinu.

Celkovou tlakovou ztrátu vzduchovodu  $p_{zc}$  vyjádříme rovnicí

$$p_{zc} = \left[ (1 + \zeta) v_o^2 + c^2 \left( \frac{\lambda l}{3d_r} + \zeta_s + 1 \right) \right] \frac{\gamma}{2g} - \frac{c^2}{2g} \gamma =$$

$$= \left[ (1 + \zeta) \frac{v_o^2}{c^2} + \frac{\lambda l}{3d_r} + \zeta_s \right] \frac{c^2}{2g} \gamma = \zeta_c \frac{c^2}{2g} \gamma, \quad (12)$$

v níž jsme zavedli celkový součinitel vřazeného odporu vzduchovodu  $\zeta_c$ .

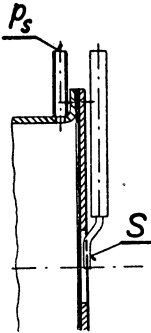
### 3. MĚŘENÍ A JEJICH VÝSLEDKY

K ověření navrženého výpočtu štěrbinou proměnné šířky navrhli jsme vzduchovod čtvercového průřezu  $150 \times 150$  mm se štěrbinou dlouhou 1 m. Tvar štěrbiny je

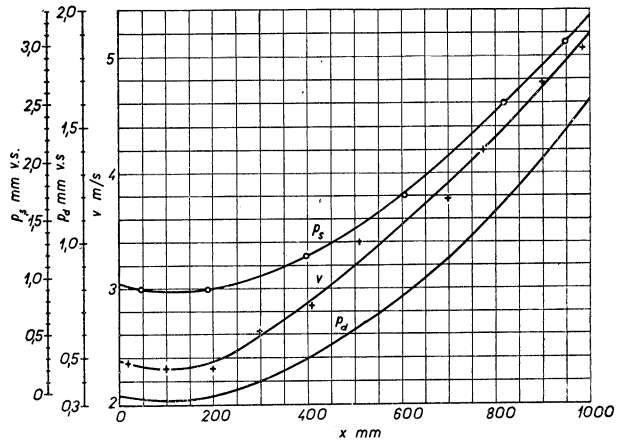
Tab. I. Rozměry odsávací štěrbiny

Délka $x$ [mm]	0	200	400	600	800	1000
Šířka $\delta_s$ [mm] vypočtená	40,0	38,7	35,4	31,4	27,5	24,1
provedená	40,0	37,9	34,8	31,4	27,6	24,2

patrný z obr. 1 a rozměry z tab. I. Štěrbinu byla navržena pro odsávané množství  $V = 720$  m<sup>3</sup>/h a počáteční rychlost  $v_o = 5$  m/s, při odhadnutých veličinách:  $\zeta = 1,78$  (tj.  $\mu = 0,62$ ),  $\lambda = 0,02$ ,  $\zeta_s = 0,5$ .



Obr. 2. Způsob odběru tlaků  
( $S$  = sonda,  $p_s$  = statický tlak).

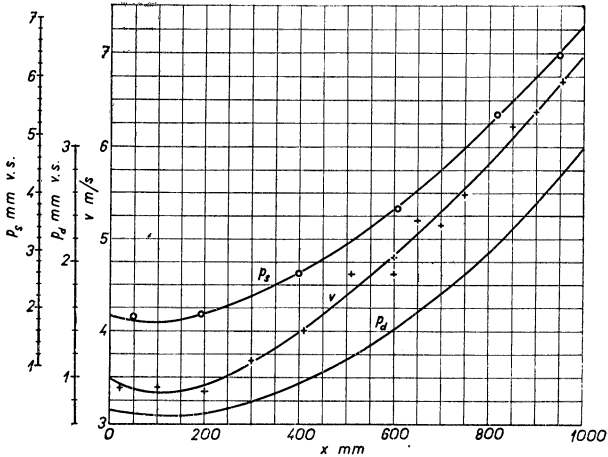


Obr. 3. Výsledky měření při  $V = 362,5$  m<sup>3</sup>/h.

Rychlosti proudění vzduchu ve štěrbině jsme měřili ocejhovanou válcovou sondou ( $\delta$ ) přizpůsobenou tomuto měření, jak ukazuje obr. 2. Statický tlak  $p_s$  za štěrbinou jsme odebírali těsně za stěnou vzduchovodu, v níž byla štěrbinu, jak je vidět opět na obr. 2. Celkovou tlakovou ztrátu vzduchovodu  $p_{zc}$  jsme stanovili z rozdílu statického tlaku měřeného na obvodě vzduchovodu za štěrbinou (směrem k ventilátoru) a dynamického tlaku vypočteného z průtočné rychlosti, dané poměrem odsá-



vaného množství vzduchu a průřezu vzduchovodu. Množství vzduchu jsme měřili clonkou, popřípadě Prandtlovou trubicí ve výtlačném potrubí. Spoje na sací i výtlačné straně byly dokonale utěsněny měkkou gumou.



Obr. 4. Výsledky měření při  $V = 525 \text{ m}^3/\text{h}$ .

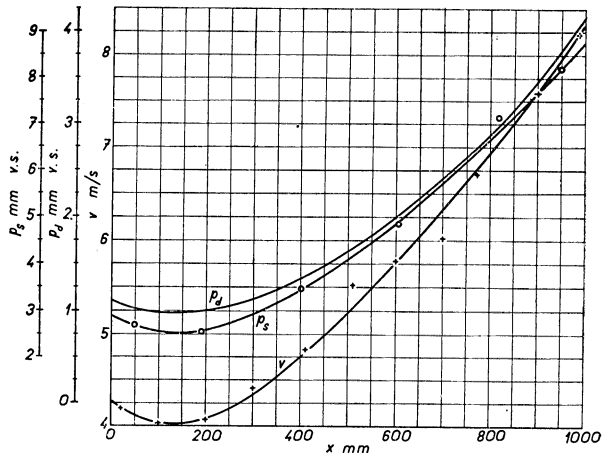
Pomocí hodnot statického a dynamického tlaku získali jsme velikosti součinitele vřazeného odporu štěrbinu  $\zeta$  z rovnice

$$\zeta = \frac{p_s}{p_d} - 1 \quad (13)$$

a z hodnot  $\zeta$  jsme vypočetli průtokové součinitele štěrbinu  $\mu$  z rovnice

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{1 + \zeta}} \quad (14)$$

Průměrné hodnoty součinitelů  $\zeta$  a  $\mu$  získané při jednotlivých odsávaných množstvích vzduchu jsou uvedeny v tab. II.



Obr. 5. Výsledky měření při  $V = 614 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Průměry z těchto tří měření jsou:  $\zeta = 1,46$  a  $\mu = 0,64$ .

Jak vidno, byl při výpočtu štěrbinu zvolen součinitel vřazeného odporu štěrbinu příliš vysoký (1,78).

Násobíme-li šířku štěrbinu v určitém průřezu rychlostí  $v$  v témže průřezu, dostaneme číslo úměrné množství protékajícímu štěrbinou v tomto průřezu. Pomocí takto vypočtených množství lze stanovit nerovnoměrnost odsávání po délce štěrbinu. Odchytky od středního množství  $\Delta$ , vyjádřené v procentech, jsou pro odsávané množství  $614 \text{ m}^3/\text{h}$  vyneseny v obr. 6. Kladné odchytky značí množství větší než

Měření jsme konali při 3 množstvích vzduchu:  $362,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $525 \text{ m}^3/\text{h}$  a  $614 \text{ m}^3/\text{h}$ . Výsledky měření jsou vyneseny v diagramech 3, 4 a 5. Na každém grafu je křivka průběhu rychlosti  $v$  ve štěrbině a křivky tlaků dynamického  $p_d$  a statického  $p_s$ . Dynamický tlak byl stanovován výpočtem z rychlosti  $v$ , statický tlak byl měřen (obr. 2). Z rychlostí ve štěrbině a šířek štěrbinu jsme kontrolovali množství odsávaného vzduchu a dospěli jsme k hodnotám 380; 523; 626  $\text{m}^3/\text{h}$ , které velmi dobře souhlasí s hodnotami změřenými clonkami nebo Prandtlovou trubicí.

průměrné, záporné odchylky množství menší. Pro všechna 3 proměřovaná množství jsou odchylky v šesti průřezech uvedeny v *tab. III*. Z obr. 6 i z *tab. III*. je zřejmé, že vyrovnání odsávaného množství po délce štěrbiny není dokonalé. Příčina této

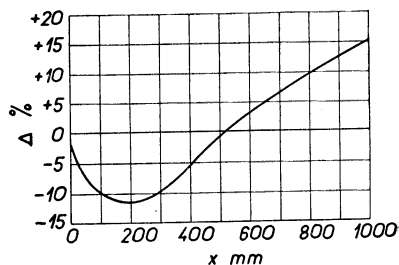
Tab. II. Součinitel  $\zeta$  a  $\mu$

Množství odsávaného vzduchu [m <sup>3</sup> /h]	362,5	525	614
Součinitel vřazeného odporu štěrbin	1,38	1,56	1,43
Průtokový součinitel štěrbin	0,65	0,63	0,64

nedokonalosti spočívá v nepřesném odhadu součinitelů  $\zeta$  a  $\zeta_s$ . Velikosti součinitele  $\zeta$  byly uvedeny v *tab. II*. Hodnoty  $\zeta_s$  jsme stanovili pomocí rovnice

$$(1 + \zeta) \frac{v_o^2}{c^2} + \frac{\lambda l}{3d_r} + \zeta_s = \zeta_c, \quad (15)$$

pro kterou jsme nejprve zjistili hodnoty  $\lambda$  a  $\zeta_c$ . Součinitele tření  $\lambda$  jsme vypočetli pro každý měřený případ pomocí rovnomocného průměru  $d_r = 148$  a rychlosti uprostřed délky vzduchovodu, tj. ve vzdálenosti  $x = \frac{l}{2}$ . Součinitel vřa-



Obr. 6. Křivka odchylek od středního odsávaného množství.

zeného odporu celého vzduchovodu  $\zeta_c$  lze zjistit tímto způsobem: Změříme statický a dynamický tlak v průřezu vzduchovodu za štěrbinou (směrem k ventilátoru) Rozdíl obou těchto tlaků dává tlak celkový, který je roven tlakové ztrátě  $p_{zc}$ . Součinitel vřazeného odporu  $\zeta_c$  se pak určí z rovnice

$$\zeta_c = \frac{p_{zc}}{c^2 \gamma} 2g. \quad (12a)$$

Tab. III. Odchylky od středního odsávaného množství

Odsávané množství V [m <sup>3</sup> /h]	Odchylka v %					
	Vzdálenost x [mm]					
	0	200	400	600	800	1000
362,5	-10,3	-15,6	-5,8	+4,7	+12,3	+18,6
525	-5,0	-11,8	-5,2	+3,2	+10,0	+15,3
614	-2,1	-11,7	-5,3	+3,3	+9,6	+15,3

Když dosadíme  $\lambda$  a  $\zeta_c$  do rovnice (15), vypočteme z ní součinitele vřazeného odporu spojováním proudů protékajících vzduchovodem a štěrbinou. Takto stanovené hodnoty  $\zeta_s$  a  $\zeta_c$ , jakož i naměřené statické a dynamické tlaky v potrubí za štěrbinou obsahuje *tab. IV*. Součinitel  $\zeta_s$  jsou vyšší, než-li bylo předpokládáno při výpočtu. Tyto vyšší hodnoty odpovídají údajům V. N. Talieva [1], který při úhlu spojení proudů 90°, pokusně zjistil hodnoty v mezích 0,8 až 2,0 při poměru rychlosti v přípojkce k rychlosti v hlavní větvi 0,4 až 2,3. Uprostřed délky potrubí byl v našem

případě poměr  $\frac{v}{c} = 1,33$ . Tomuto poměru odpovídá podle Talieva  $\zeta_s = 1,3$  při úhlu spojení proudů  $90^\circ$  a  $0,55$  při úhlu spojení  $60^\circ$ . Úhel spojení proudů v našem případě je nesporně menší než  $90^\circ$ , takže naměřené hodnoty  $\zeta_s$  jsou v dobré shodě s výsledky Talievy.

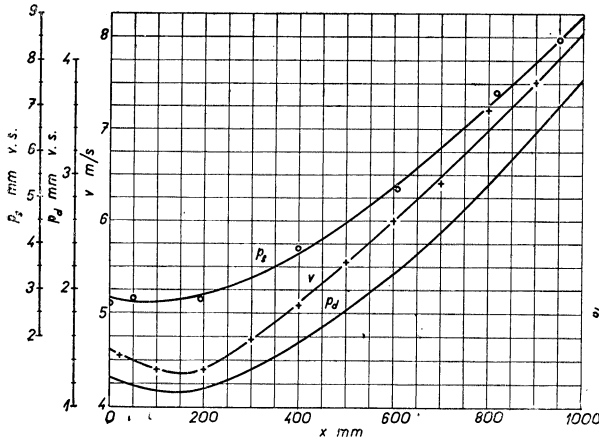
Tab. IV. Tlaky v potrubí za štěrbinou a součinitel  $\zeta_c$  a  $\zeta_s$

Odsávané množství $V$ [m <sup>3</sup> /h]	Tlak mm v. s.		Součinitel	
	statický	dynamický	$\zeta_c$	$\zeta_s$
362,5	3,36	1,22	1,76	1,05
525	7,25	2,66	1,73	0,96
614	9,84	3,69	1,68	0,90

Vzhledem k uvedeným odchylkám navrhli jsme novou štěrbinu, jejíž rozměry jsou v tab. V. Při výpočtu této štěrbiny pracovali jsme s hodnotami  $\zeta = 1,43$  a  $\zeta_s = 1$ . Novou štěrbinu jsme proměřili při odsávaném množství vzduchu  $V = 610$  m<sup>3</sup>/h.

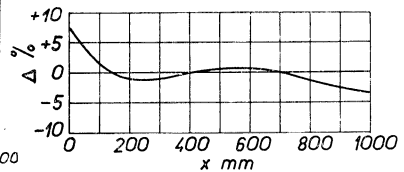
Tab. V. Rozměry opravené odsávací štěrbinu

Délka $x$ [mm]	0	200	400	600	800	1000
Šířka $s_x$ [mm] vypočtená	40,3	38,3	33,6	28,5	24,1	20,65
provedená	40,1	38,3	33,6	28,5	24,1	20,4



Obr. 7. Výsledky měření na opravené štěrbině.

Průběh rychlostí vzduchu  $v$  ve štěrbině, z nich vypočtených dynamických tlaků  $p_d$  a změřených statických tlaků  $p_s$  je nakreslen na obr. 7. Pomocí šířky štěrbinu a rychlosti bylo kontrolováno odsávané množství. Zjištěná hodnota  $618$  m<sup>3</sup>/h velmi dobře souhla-



Obr. 8. Křivka odchylek pro opravenou štěrbinu.

ší s hodnotou změřenou Prandtlovou trubicí ve výtlačném potrubí. Hodnoty odsávaného množství v jednotlivých průřezech štěrbinu dávají křivku odsávaného množství a z té vyplývá křivka odchylek  $\Delta v$  % od středního množství, která

je zakreslena na obr. 8. Je z ní patrné, že odsávané množství se podařilo dobře vyrovnat a že maximální kladná odehylnka (+7,6%) je na počátku štěrbin, tj. v místě nejvzdálenějším od ventilátoru. Její příčinou je zvýšení rychlosti u hrany štěrbin, s kterým se setkáváme při všech měřeních. Toto zvýšení rychlosti je způsobeno pravděpodobně ohybem proudnic při vstupu do otvoru, jehož následkem je zhuštění proudnic, jak se s ním setkáváme v blízkosti hran sacích otvorů (4).

Součinitel vřazeného odporu štěrbin  $\zeta$  byl 1,40, čemuž odpovídá průtokový součinitel  $\mu = 0,646$ . Součinitel  $\zeta_c$  byl 1,85 a součinitel vřazeného odporu směšování proudů  $\zeta_s = 0,93$ . Rozdíly těchto hodnot od hodnot zjištěných u první štěrbin jsou malé.

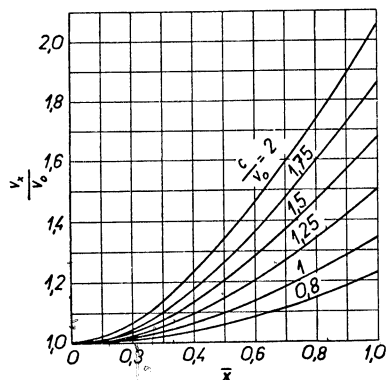
#### 4. ZÁVĚR

Výsledky měření dokazují, že navržený způsob výpočtu odsávacích štěrbin pro konstantní odsávané množství dává velmi dobré výsledky a lze jej tudíž zavést do technické praxe. U krátkých vzduchovodů ztrácí na významu tlaková ztráta třením, takže v rovnici (9) je možno vypustit člen  $\frac{\lambda \bar{l}}{3d_r} \bar{x}$ .

Zjednodušenou rovnici převedeme ještě ve tvar

$$\frac{v_x}{v_0} = \sqrt{\frac{c^2}{v_0^2} \frac{\bar{x}^2}{1 + \zeta} (\zeta_s + 1) + 1}, \quad (16)$$

který dovoluje grafické znázornění v bezrozměrných souřadnicích. Na obr. 9 je pro rovnici (16) sestaven nomogram, při jehož výpočtu jsme dosadili hodnoty součinitelů vřazených odporů  $\zeta = 1,4$  a  $\zeta_s = 0,95$ .



Obr. 9. Nomogram pro výpočet  $\frac{v_x}{v_0}$ .

#### Literatura

- [1] *Taliev V. N.*: Aerodynamika ventiljacji. Moskva 1954.
- [2] *Baturin V. V.*: Průmyslové větrání. Prům. vyd. Praha 1951.
- [3] *Alden J. L.*: Design of Industrial Exhaust Systems, N. York 1949.
- [4] *Oppl L.*: Tlakové ztráty v nasávacích otvorech, Zdravotní technika a vzduchotechnika, roč. 1 (1958) č. 2, str. 61–65.
- [5] *Oppl L.*: Jednoduchý způsob měření rychlosti vzdušných proudů. Strojírenství, 1954, č. 7, str. 551–553.
- [6] *Wolff T.*: Dynamika przepływu przez przewody szczelinowe. Prace CIOP, 1955, sešit 1 (14), str. 29–34.

### ОТСОСНЫЕ ЩЕЛИ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА

Инж. д-р Ладислав Оппл

В статье выведен новый способ вычисления отсосной щели для постоянного отсасываемого количества воздуха в воздухопроводах с постоянным сечением. Предложенный метод вычисления был проверен путём эксперимента, было установлено весьма удовлетворительное совпадение данных, полученных путём вычисления и путём измерения.

### ABSAUGSCHLITZE FÜR EINE KONSTANTE LUFTMENGE

Ing. Dr. Ladislav Oppl

In dem Artikel ist eine neue Methode zur Berechnung der Absaugschlitze für eine unveränderliche absaugene Luftmenge in den Luftleitungen eines unveränderlichen Querschnittes ausgearbeitet. Die vorgeschlagene Methode der Berechnung wurde experimentell geprüft und eine sehr gute Übereinstimmung der berechneten und der durch Messungen gewonnenen Werte festgestellt.

621 . 311 . 22 — 1 . 81 . 2

1 . 30

## TEPLÁRNY MALÝCH VÝKONŮ A JEJICH HOSPODÁRNÉ UPLATNĚNÍ

Inž. dr. JOSEF VLACH

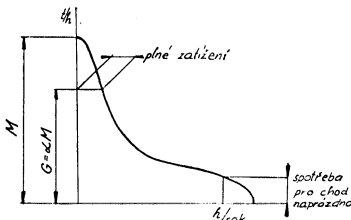
*Výzkumný ústav energetický, Praha*

Autor v článku dokazuje, že v případech, kde je nutno počítat s izolovaným tepelným zdrojem, je často výhodné volit teplárnu o malém výkonu a odvozuje rovnici ke stanovení velikosti potřeby tepla, při níž je tento přechod z výtopny na teplárnu žádoucí.

*Lektoroval: inž. dr. M. Láznovský*

Často se rozhoduje spor „výtopna či teplárna“ ve prospěch výtopny jen proto, že porovnání obou možností je časově poměrně náročné. Protože malých tepláren by mohl být značný počet, je tato otázka důležitá i z hlediska celkového rozvoje teplárenství a z hlediska elektrizační soustavy. Výzkumný ústav energetický se proto zabýval hlouběji tímto problémem a výsledkem bylo odvození početního vztahu, udávajícího tzv. *meznou velikost*, tj. velikost potřeby tepla v t/h, při které je hospodárné přejít z výtopny na teplárnu. Poněvadž jde obvykle o malé výkony, dá se v tomto případě počítat pouze s jednou turbinou, a to protitlakovou, tedy s nezaručeným výkonem teplárny. V úvahu přichází tlak jen 39 atp, u zcela malých zařízení a nízkých protitlaků někdy i méně. Nejblíže vyšší tlak podle ČSN, tj. 100 atp, dá se použít až od větších výkonů.

Princip stanovení mezní velikosti spočívá v porovnání rozdílu nákladu na teplárnu a výtopnu (při stejném stupni krytí požadavků spotřeby) se ziskem dosaženým výrobou elektřiny v teplárně. Do položky nákladů je třeba započítat zvýšení ceny kotle a jeho příslušenství (zauhlování, odpopelňování, odlučování popílku), turboagregát, budovu strojovny, zvýšenou vlastní spotřebu elektřiny, mazací olej, zvýšenou spotřebu uhlí a také náklady na zvětšení počtu pracovníků.



Obr. 1.

Pro řešení je nejdůležitější rychle zjištění roční výroby kWh, které je velmi zdoluhavé a pracné. Na podkladě deseti skutečných diagramů trvání tepelného zatížení s dobou využití maxima  $\tau = 1996 - 6766$  h/rok bylo proto odvozeno snadné a rychlé stanovení této hodnoty [1].

Pro výpočet mezní velikosti je třeba znát hodnotu *teplárenského součinitele*  $\alpha$ , který u teplárny s jednou protitlakovou turbinou určuje přímo hlnost turbíny  $G$  jako část špičkového zatížení  $G = \alpha M$ . Proto

byl nejdříve odvozen graficko-početním způsobem vzorec pro určení optimální hodnoty  $\alpha$  na základě této úvahy:

Čím větší je  $\alpha$ , tím větší je výkon turbíny. Přitom však pracuje turbína s plným zatížením jen krátkou dobu (obr. 1), a to tím kratší, čím je větší  $\alpha$ . Střední roční účinnost turbíny  $\bar{\eta} = \varepsilon \eta_{\max}$  proto klesá. Z energetického hlediska je optimální

takový teplotní součinitel  $\alpha$ , při kterém je nejvyšší výroba elektřiny, tj. při kterém se vyrovnává vliv většího výkonu turbíny (zvětšující výrobu kWh) s poklesem součinitele  $\varepsilon = \bar{\eta}/\eta_{\max}$ .

Pro optimální hodnotu  $\alpha$  byl odvozen vzorec platný při protitlaku 3 ata:

$$\alpha_3 = 58 + 9,35(\tau - 2) + \left(\frac{\varrho - \varrho_z}{1,4\tau}\right)^{3/2} [1 + 0,5(\tau - 2)] \sqrt{\frac{\lambda}{0,7}} \dots \text{pro } \varrho > \varrho_z \dots \quad (1)$$

nebo

$$\alpha_3 = 58 + 9,35(\tau - 2) + \left(\frac{\varrho_z - \varrho}{1,4\tau}\right)^{3/2} [1 + 0,5(\tau - 2)] \sqrt{\frac{\lambda}{0,7}} \dots \text{pro } \varrho < \varrho_z \dots \quad (1')$$

Pro vyšší protitlaky do 15 ata je:

$$\alpha = \alpha_3 \sigma, \quad (2)$$

$$\sigma = [0,84 + 0,0133(15 - p_2)] \left(1 - 0,17 \frac{\tau - 2}{\tau}\right). \quad (2')$$

Pro nižší protitlaky je možno extrapolovat. Hodnoty  $\alpha$  vycházejí v procentech.

V rovnicích značí:

$\tau$  dobu využití maxima v 1000 h/rok,

$\varrho$  součinitele vyjadřujícího tvar střední části diagramu (obr. 2),

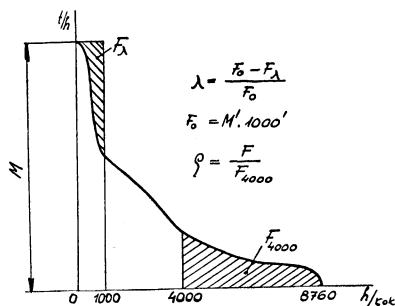
$\varrho_z$  základní hodnotu součinitele  $\varrho$ , která má přímkový průběh podle  $\tau$  a je pro

$$\tau = 2000 - \varrho_z = 6,00,$$

$$\tau = 7000 - \varrho_z = 1,75.$$

Velikost  $M$ , resp. hltnost turbíny  $G$  má na hodnotu  $\alpha$  jen menší vliv. Pouze pro zcela malé jednotky je optimální hodnota  $\alpha$  asi o 5% (absolutních) nižší. S rostoucí dobou využití  $\tau$  mizí možný rozdíl mezi různými tvary diagramů, proto význam korekce na tvar diagramu klesá.

Optimální hodnota  $\alpha$  byla odvozena jen z hlediska energetického bez ohledu na investiční a provozní náklady, a jen pro samotnou teplárnu. Při zahrnutí všech nákladů a posuzování  $\alpha$  z hlediska celé elektrizační soustavy by vycházely hodnoty spíše o něco nižší. Je proto nutno považovat vypočtené hodnoty  $\alpha$  za horní hranici pro dané podmínky.



Obr. 2.

Pro velikost součinitele  $\varepsilon$  byl rovněž odvozen početní vztah

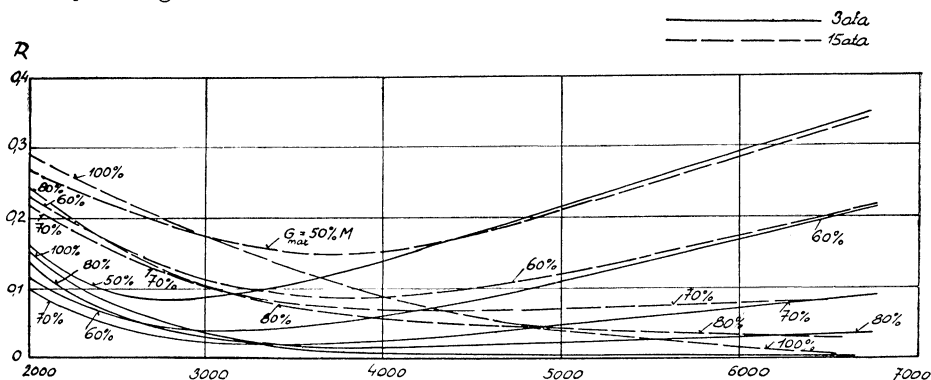
$$\varepsilon = -0,45\tau^2 - 6,3\tau + 78 - [8 + 3(\varrho_z - \varrho)] \frac{\alpha - 50}{50} + 4(\varrho - \varrho_z) \frac{p_2 - 3}{12} \quad (3)$$

kde  $\varepsilon$ ,  $\alpha$  jsou vyjádřeny v procentech. Není-li předem znám tvar diagramu, bere se  $\varrho = \varrho_z$ , takže rovnice (3) se zjednoduší na

$$\varepsilon = -0,45\tau^2 + 6,3\tau + 78 - \frac{\alpha - 50}{6,25} \quad (3')$$

Vliv velikosti turbíny na  $\varepsilon$  je zanedbatelný, pouze u strojů menších než 500 kW je malý rozdíl, např. u 300 kW je  $\varepsilon$  asi o 0,015 menší.

Ve výsledné rovnici vystupuje ještě součinitel  $R$ , který vyjadřuje, jaký podíl z ročního množství páry  $Q$  prochází redukčním ventilem mimo turbinu. Na obr. 3 jsou křivky  $R$  pro různé poměry, jak byly zjištěny na podkladě zmíněných deseti skutečných diagramů.



Obr. 3.

Po podrobném zhodnocení všech faktorů podle podkladů z provozu, z projektů i údajů výrobců, byl po zanedbání nevýznamných členů odvozen výsledný vzorec

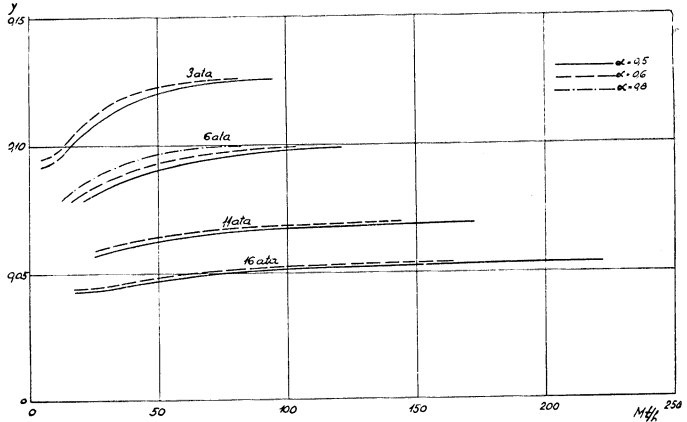
$$M = \frac{\Delta P \cdot k + A \cdot 10^6}{\tau \left[ 1,162(1 - R) \Delta i \varepsilon \eta_{\max} \bar{\eta}_g \left( c_E - \frac{1170}{H} c_U \right) - \frac{0,04 \Delta p}{\eta_N} c_E - m \Delta c_V \right] - A [\psi \cdot c_K (d \Delta p + 0,01) + b y \alpha]} \quad (4)$$

V rovnici značí (z dosud neuvedených symbolů):

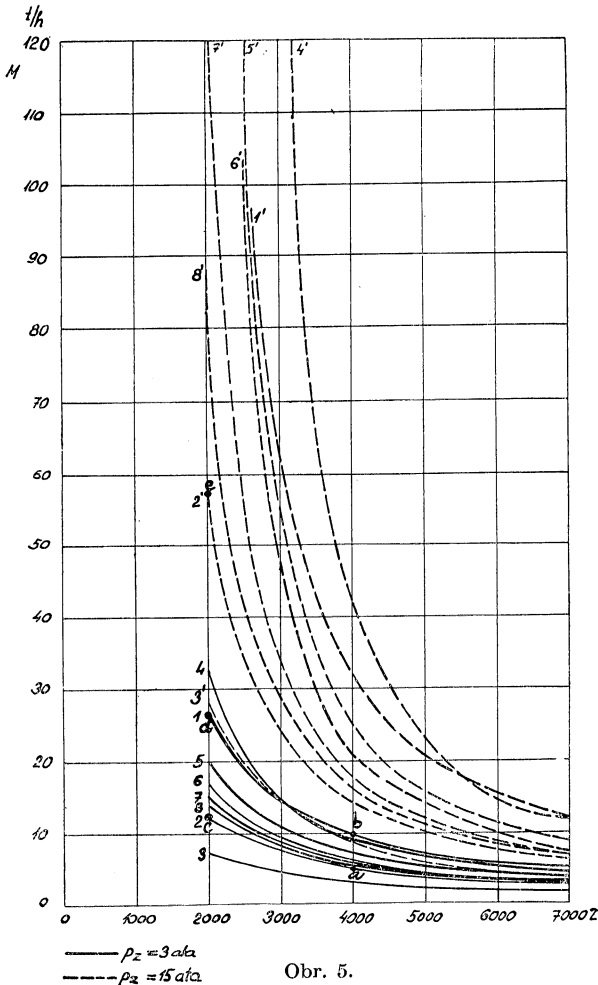
- $\Delta i$  adiabatický tepelný spád na turbině,
- $\bar{\eta}_g$  střední roční účinnost alternátoru,
- $c_E$  cenu dodávané elektřiny [Kčs/kWh],
- $\Delta p$  zvýšení tlaku na kotli proti výtopně [ata],
- $\eta_N$  maximální účinnost napáječky,
- $m$  podíl ztraceného kondensátu,
- $\Delta c_V$  zvýšené náklady na úpravu napájecí vody oproti výtopně [Kčs/t],
- $\Delta P \cdot k$  zvýšení nákladů na obsluhu ( $\Delta P$  je zvětšení počtu pracovníků a  $k$  jsou náklady na jednoho pracovníka = 20 000 Kčs/rok),
- $A$  součinitel zahrnující odpis a údržbu (= 0,1),
- $\psi$  součinitel rezervy kotelního výkonu,
- $c_K$  měrná cena kotle o tlaku 8–13 atp na tunu instalovaného výkonu [Kčs/t/h],
- $d$  součinitel zvýšení ceny kotle. Podle podkladů z projektů i od výrobců je v současné době  $d = 0,012$ ,
- $y$  měrný výkon turbíny na t/h páry (=  $N/G = N/\alpha M$ ); jeho velikost závisí na provedení turbíny a jeho orientační hodnoty jsou na obr. 4.
- $b$  součinitel proměnných nákladů na turbosoustrojí a stavební úpravy (budovy). Pro naše poměry lze nyní brát  $b = 0,504 \cdot 10^6$  Kčs.

Číselný rozbor ukazuje, že přesnost odvozeného vzorce (4) pro praxi zcela vyhovuje. Větší tolerance v přesnosti je při vyšších protitlacích a při malých hodnotách  $\tau$ .

Při plánování teplárny je obvykle známo pouze roční požadované množství páry  $Q$ , potřebný protitlak  $p_2$  a tím také  $\Delta i$ . Podle obdobných případů lze odhadnout velikost  $\tau$ . Dá se tedy určit i maximální zatížení, čili tepelný příkon sítě  $M' = Q/\tau'$  (čárky značí odhadnuté hodnoty). Vychází-li pak výpočtem z rovnice (4) hodnota



Obr. 4.



Obr. 5.

$M > M' = Q/\tau'$ , je případ pro teplárnu nevhodný, tepelný příkon je menší než mezná velikost.

$M < M'$ , je případ vhodný pro vybudování teplárny.

Obdobně je možno z rovnice (4) vypočítat  $\tau$ . Vychází-li

$\tau > \tau'$ , tepelný příkon nestačuje pro vybudování teplárny.

$\tau < \tau'$ , tepelný příkon dostačuje pro vybudování teplárny.

Z rovnice (4) je možno také vypočítat mezní velikosti pro různé hodnoty  $\tau$ , a to tak, že se při výpočtu nejdříve odhadne velikost  $M'$  a pro ni se stanoví velikosti ostatních součinitelů. Vyjde-li pak vyčíslením rovnice (4) hodnota  $M \neq M'$ , opraví se odhadnuté hodnoty a výpočet se opakuje, až se dosáhne shody.

Takto byla vypočtena řada křivek (obr. 5), udávajících závislost  $M$  na  $\tau$ , a to pro podmínky uvedené v tab. I.

Křivka 3 se vztahuje na malé teplárničky s turbinami o výkonu 300—400 kW i menšími, které by se daly dobře zřídit místo výtopen např. v různých závodech, lázních, nemocnicích apod. Mezní velikost zde vychází velmi nízko. Většinou u nich není třeba



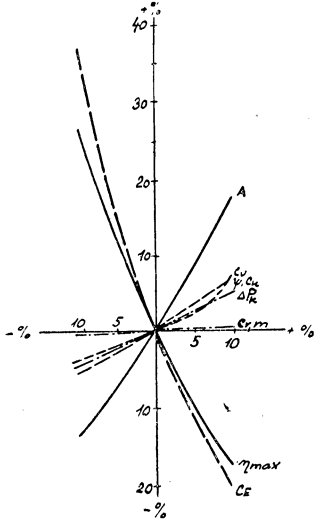
Tabulka I.

	Křivka							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$c_K$ [Kčs/t/h]	120 000	100 000	700 000	200 000	200 000	200 000	150 000	120 000
$\Delta P \cdot k$ [Kčs/r]	100 000	60 000	20 000	60 000	100 000	60 000	60 000	60 000
$c_E$ [Kčs/kWh]	0,12	0,16	0,20	0,12	0,16	0,16	0,16	0,16
$\frac{1170c_U}{H}$ [Kčs/1000 kcal]	0,025	0,020	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
	1,2	1,15	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$c_V$ [Kčs/t]	0,18	0,14	0,10	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
$m$	0,7	0,5	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

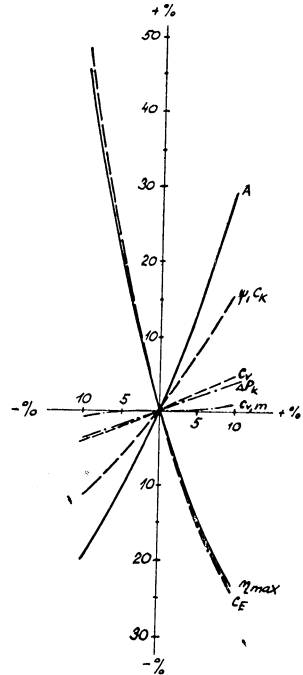
žádného pracovníka navíc, jednoduchou obsluhu turbíny stačí zvládnout personál kotelny.

Poměry mohou být velmi rozdílné, jak ukazuje obr. 4. Největší vliv má velikost  $\tau$ . Jak se změní velikost  $M$ , změní-li se některý z ostatních činitelů v rozsahu  $\pm 5\%$ , je graficky znázorněno na obr. 6 pro body  $a$ ,  $b$ , z obr. 5.

Největší vliv má  $A$ , a to zejména ve strmější oblasti vřivek (obr. 5). Náklady na obsluhu  $\Delta P \cdot k$  se projevují výrazněji v ploché části křivek, ve strmější části je významnější hodnota  $c_K$  resp.  $\psi$ . Prakticky to znamená, že zejména u malých tepláren jsou nutné levné kotle. Vliv nákladů na vodní hospodářství ( $\Delta c_V$  a  $m$ ) je malý.



Obr. 6a.



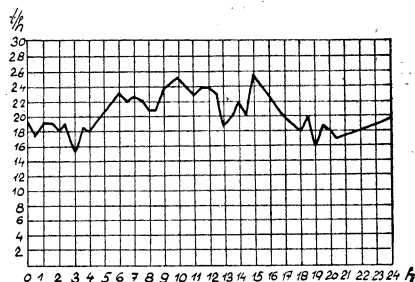
Obr. 6b.

Rovnice (4) podává řešení jen z hlediska samotné teplárny. Při posuzování z hlediska celého systému by bylo nutno uvážit, že část protitlakového výkonu (u tepláren zásobujících byty asi 0,7 tohoto výkonu) musí být kryta ještě jinými zdroji. Mělo by tedy být počítáno s vyššími měrnými investičními náklady na turbosoustroje. Podíl celé strojovny na investičních nákladech je však poměrně malý (10–14% u malých tepláren). Mimo to je v rovnici určitá bezpečnost, např. u malých teplárníček nemusí být ani žádná zvláštní budova, resp. stavební úpravy (na které je v rovnici (4) počítáno stejnou částkou jako na turbosoustrojích). Proto křivky dobře ukazují i z hlediska celého systému meznou velikost.

Za určitých podmínek vycházejí mezní velikosti značně vysoko. V tom případě by bylo nutno uvažovat o vyšších parametrech. Propočty ukazují, že zisk se stoupanutím tlaku roste rychleji než potřebné náklady. Ukázalo se rovněž, že vzorec (4) lze použít v prvním přiblížení i pro vyšší parametry, např.: 65 ata i více. Také pro  $\tau$  menší než 2000 h/rok lze vzorec (4) použít (cca do  $\tau = 1800$ , což v praxi zcela postačí).

Malé teplárny mohou být velmi výhodné. Neznamená to však, že by se měly stavět za každých okolností. Naopak je nutno snažit se o soustředění menších zdrojů do jedné větší, třeba i společné závodní teplárny, u níž jsou menší měrné investiční náklady. V řadě případů je ovšem nutno počítat s izolovaným zdrojem, a tu se mohou velmi dobře uplatnit malé teplárny.

Z předcházejícího stručného rozboru a z *diagramu 5* je zřejmé, že na možnost vybudování teplárny má silný vliv velikost  $\tau$  a výše protitlaku. Tam, kde je potřeba tepla celoroční, např. v různých průmyslových závodech, je o dobré využití maxima postaráno. Avšak i ve zdrojích dodávajících teplo jen pro vytápění lze dosáhnout hodnot  $\tau$  až ke 3000 h/rok i více, jestliže se účelným způsobem ovlivní spotřeba tepla a spotřebitelské zařízení. Příkladem toho je např. teplárna Salzburg, která má diagram odběru tepla v zimním dnu velmi vyrovnaný. Je to zřejmo z *obr. 7*, ve kterém je současně naznačen i průběh dodávky tepla z veřejné teplárny se smíšeným odběrem. Předpokladem pro vyrovnané zatížení jsou však vhodné dálkově ovládané předávající stanice u odběratelů.



Obr. 7.

Při účelné kombinaci by mohlo být dosaženo dobrých výsledků také použitím nově se objevujících pružných vytápěcích soustav.

Malé teplárny mají i malý dosah, proto se u nich vystačí i s nízkým protitlakem, ať už jde o rozvod horkovodní či parní. Dobré vyhlídky má zde rozvod parní, poněvadž zisk na elektrickém výkonu zde při malých jednotkách nerozhoduje a parní rozvod má řadu jiných předností (menší náklady, snazší rozšiřování sítě). U parního rozvodu se také snáze vybuduje systém dálkového ovládnání nebo automatizace.

Podmínky pro vytvoření malých tepláren jsou i tehdy, jestliže se volí nižší tlak, např. 25 ata, zejména je-li nižší protitlak.

Turbíny pro malé teplárny do 500 kW je nejlépe volit v jednoduchém provedení (Curtisovo kolo), neboť jsou nenáročné na obsluhu a jsou provozně velmi pružné. U tak malých jednotek je nutno dát tomuto hledisku přednost před účinností, poněvadž zisk na výkonu je, absolutně vzato, jen malý. U turbin 500 kW může již někdy přijít v úvahu při celoročním zatížení a lepší obsluze otázka jedno nebo víceúrovňové turbíny. Zisk na výkonu u víceúrovňové turbíny je zde při páře o tlaku 35 ata, teplotě 435°C a protitlaku 7 ata asi 170 kW, tj. 34%. Náklady na

jednoduché turbinky s příslušenstvím a převodovou skříní, avšak bez generátoru, jsou asi 800 Kčs/kW, u víceústupňové (500 kW) pak 900 Kčs/kW, tj. o 12,5% více. Při stejné hltnosti má však víceústupňová turbina o 34% větší výkon, takže měrné náklady poklesnou na cca 700 Kčs/kW, tj. o 12,5%. Víceústupňová turbina má však vyšší otáčky a klade vyšší nároky na převodovou skříně než jednoduchá turbina. Oba typy turbin ovšem musí pracovat s převodem na generátor.

Podíl samotné turbíny na celkových nákladech je malý. Dodatkové investiční náklady na instalovaný kW nepřesáhnou u malých tepláren 1000 až 2000 Kčs/kW a jsou reálné možnosti pro další snížení této hodnoty (např. ovládním spotřeby tepla apod.). Cesta, která je u větších tepláren významná, totiž krytí špiček levnými špičkovými kotly, nemá u malých tepláren takový význam. Úspory, dosažitelné u nepatrných výkonů nejsou tak značné, na druhé straně pak je zejména u malých tepláren z provozních důvodů výhodné mít kotle stejného tlaku.

V každém případě se však doporučuje volit hodnotu  $\alpha$  nízkou, aby bylo dosaženo vyrovnaného zatížení na turbině.

Studie některých případů v poslední době ukázaly výhodnost a oprávněnost malých tepláren. Např. jen pro vytápění a ohřívání teplé užitkové vody se ukázal v jednom z posledních případů jako více než postačující pro zřízení teplárny výkon 15 t/h. Turbina zde vyšla 1 MW. V cizině jsou malé teplárny běžné, v některých případech byly vybudovány jen pro několik t/h.

Rada OEECE dokonce vybízí členské země, aby podporovaly zřizování malých tepláren, poněvadž dokonalejší využití paliva v teplárenském cyklu, a tím i jeho úspora, se projeví v národním hospodářství velmi příznivě.

Je tedy zřejmé, že malé teplárny jsou v mnoha případech výhodným řešením a je nutno věnovat jim větší pozornost než dosud.

#### Použitá literatura

- [1] *Vlach*: Měrná velikost tepláren a její určení. Sborník prací výzkumného ústavu energetického č. 1/1959.
- [2] *Vlach a kolektiv*: Rozbor světového a našeho stavu teplárenství, studie EGÚ 1958.
- [3] *Horský*: Štúdia na výstavbu teplárne pre oblasť Štrbského plesa, Výzkumná zpráva EGÚ 1959.

● **Automatisace technického vybavení bytů.** V NSR byl vyroben plně automatický kuchyňský sporák. Stisknutím tlačítka může být zapnuta rychlovarná plotýnka nebo pečicí trouba, po případě obě najednou, pomocí spínače spojeného s časovým mechanismem vestavěným do sporáku. Kombinovaný přepínač od 50 do 300°C umožňuje pro pečicí troubu její zapnutí a nastavení pro sterilisaci, pečení apod. Přesnou regulaci teploty zaručuje termostat, umístěný na zadní stěně pečicí trouby. Dvě signální žárovky slouží pro kontrolu provozu, zda je sporák zapojen. (*Industrie-Kurier*, 27. 5. 1959.) (*Vo*)

● **Identifikace a izolace nečistot v ovzduší,** vznikajících z výfukových plynů motorových vozidel po ozáření slunečním světlem je prováděna výzkumným ústavem v Kansas City, Missouri. Pracovníci tohoto ústavu po 3letém zkoumání došli k těmto závěrům: 1) Výfukové plyny motorových vozidel v koncentracích, ve kterých se nacházejí v ovzduší, způsobují dráždění očí a mají oxydační účinky. 2) Pro vyvolání uvedených účinků je nezbytné působení slunečního světla. 3) Olefiny způsobují větší podráždění oka než parafiny a aromatické sloučeniny. 4) Nebyl nalezen žádný vztah mezi podrážděním očí a tvorbou oxydantů. (*R. W. Shortridge: Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 19, 213, 1958*) (*St*)

● **Zařízení pro sušení kovového pásu** (patent SSSR č. 111 472; třída 82a 14; A. A. Grjazanov a V. A. Gerasimov). Kovový pás prochází podélnou komorou a je na něj přiváděn horký vzduch tryskami. Proudí podél obou stran pásu a je odváděn opět tryskami. (*Kř*)

## ZDRAVOTNÍ INSTALACE V HUTNÍCH LABORATOŘÍCH

VIKTOR MRÁČEK

*Hutní projekt, Bratislava*

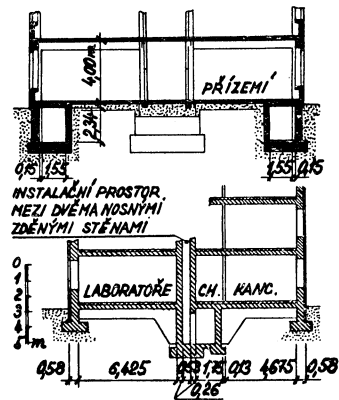
Budování našich průmyslových závodů klade velké požadavky na odbornou znalost všech projektantů, kteří jsou dnes i v oboru zdravotně-technických instalací postaveni před řešením obtížných zařízení. Ve snaze vyplnit mezery v technické literatuře tohoto oboru seznamuje autor instalačního technika-projektanta se základním přehledem instalačního vybavení laboratorní budovy, který je základem pro volbu vhodného systému konstrukce budovy a který i ovlivňuje celkový stavební náklad.

*Lektoroval: inž. C. A. Votava*

## 1. ÚVOD

Podniková norma HN 43 9110, Hutní laboratoře (zásady pro technologické a stavební projektování), která je směrná pro stanovení všech hlavních zásad moderních hutních laboratoří, udává i přehled druhů rozvodných potrubí, která se obvykle v laboratorních instalují. Laboratoře pravidelně tvoří komplex budov (laboratoře, dílny, vzorkovny a budova defektoskopie) nebo jsou všechny provozy vhodně umístěny do jedné budovy. V článku se především zaměříme na budovu laboratoří, která má charakteristickou instalaci.

Budova má vždy tři trakty nejvýše o pěti podlažích. Bývá někdy celá podsklepena, suterén však může být nahrazen instalačními chodbami, které znázorňuje obr. 1. Na střeše je strojovna pro vzduchotechnická zařízení digestoří. Uvedená norma doporučuje rovněž vhodné stavební buňky pro místnosti laboratoří. Systém stavební konstrukce musí splňovat požadavky projektantů instalací, aby pokud možno všechna volně vedená potrubí byla přístupná se zaručenou možností stálé údržby. Z důvodů architektonického vzhledu montují se rozvody do vhodných instalačních jader (volné prostory přístupné montážními dvířky z chodby), do snížených stropů nebo do prostorů, uzavřených snímatelnými panely.



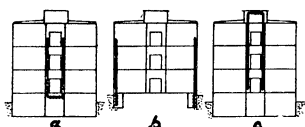
Obr. 1. Instalační chodby u nepodsklepených laboratoří (laboratoře ve Frankfurtu nad Moh. — NSR a v Billesholmu — Švédsko).

## 2. PŘEHLED ZPŮSOBŮ INSTALACE

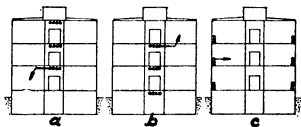
Volba umístění rozvodných potrubí v budově závisí především na systému stavební konstrukce budovy a také na počtu druhů rozvodných potrubí, která jsou pro provoz laboratoří nutná. Oba tyto důvody spolu s ohledem na rozvody elektrotech-

nické, ústředního vytápění a rozvody vzduchotechnické tvoří nedělitelný základ pro určení celkové koncepce budovy. Dále je uveden přehled způsobů a umístění rozvodů u nás i v zahraničí.

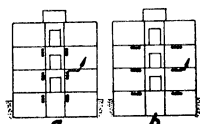
*Pro způsob odvodnění* je voleno vždy vertikální umístění odpadů v instalačních jádrech nebo při venkovních zdech s jedním nebo dvěma ležatými sběrnými svody pod stropem, po případě pod podlahou chodby suterénu (event. přízemí u budov nepodsplepených) nebo v instalačních chodbách (obr. 2a a 2b).



Obr. 2. Vertikální odvodnění včetně stoupaček rozvodu vody. (a — hlavní rozvody v chodbě suterénu, b — hlavní rozvody v instalačních kanálech, c — horní rozvod hlavních rozvodů vody).



Obr. 3. Horizontální rozvody plynů nebo vody (a — horní rozvod, b — dolní rozvod, c — rozvod pod okny).



Obr. 4. Horizontální rozvody plynů (a — na vnitřní stěně, b — pod stropem laboratoří).

Rozvody studené a teplé vody se pravidelně vedou společně s kanalisačním potrubím a platí tedy i zde vertikální způsob podle obr. 2a, b. V některých případech je možno volit též vertikální systém s hlavními rozvody v podstřeší, tzv. horní rozvod — obr. 2c. Jinde se rozvádí studená i teplá voda horizontálními rozvody, které se umísťují ve snížených stropích chodeb, opět jako spodní nebo horní rozvody, viz obr. 3a, 3b (zde je ovšem nutné přizpůsobování rozvodům vzduchotechniky a elektrického proudu), nebo pod okny na venkovních obvodových stěnách, obr. 3c.

Pro rozvody plynů se používá kromě horizontálního systémů 3a, b, c ještě způsobů podle obr. 4a, 4b. V těchto případech jsou rozvody zavěšeny pod stropem místností (nedoporučuje se u rozvodů vody, protože dlouhé izolované vodovodní potrubí bývá obvykle nevhodně). Systém 4a, b se výhodně používá též pro rozvody vodíku, kyslíku, acetyleny apod., protože rozvody těchto plynů nesmí být vedeny prostorem sníženého stropu, aniž by nebyl důkladně větrán (jinak by elektrická instalace v tomto prostoru musela být provedena jako ve výbušném prostředí).

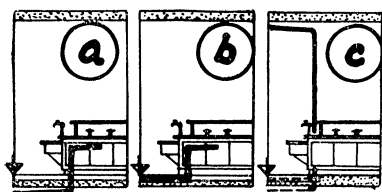
Všechny uvedené horizontální rozvody jsou spojeny do okruhu stoupacími vertikálními spojovacími rozvody po obou stranách budovy. Vhodně umístěné uzavírací armatury (doporučují se jednotné, ale pro každé médium tvarově odlišné), jasně označené a snadno přístupné, uzavírají jednotlivé okruhy. U vertikálního systému je nutno uzavírat každý svislý rozvod. U rozvodů acetyleny, vodíku, kyslíku apod. je nutno na nejvyšších místech provést odvodušňovací potrubí vyvedené až nad střechní do volného prostoru.

### 3. URČENÍ VHODNÉHO SYSTÉMU INSTALACE S OHLEDEM NA DRUHY LABORATORNÍCH STOLŮ

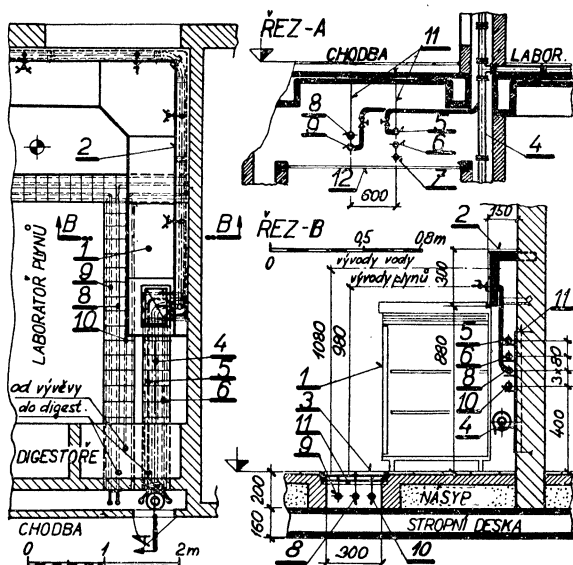
Použití některého z uvedených systémů nebo jejich vhodná kombinace závisí ještě na vybavení laboratoří, které je nutno na rozvody připojit. Jsou to laboratorní stoly, digestoře, konzoly, montážní stěny apod. Obvykle ovlivní použití systému hlavně umístění a druh používaných laboratorních stolů, které se obvykle staví uprostřed místností s kameninovou výlevkou situovanou směrem k chodbě. Zřídká se přistavují laboratorní stoly k venkovní stěně, někdy se však přistavují k příčkám.

Vnitřní stěna místností je vyhrazena pro umístění digestoří. Zásadně je možno říci, že připojení laboratorních stolů je možno provést třemi způsoby, které jsou znázorněny na obr. 5a, 5b, 5c. K laboratorním stolům, postaveným u příček, je možno vést přípojky i volně po přičce, a to buď od chodby nebo od okna. Připojení digestoří provádí se jednoduše využitím instalačních prostorů mezi chodbou a místnostmi a využitím spodních prostorů digestoří.

Laboratorní stoly u nás vyráběné sériově nebo individuálně jsou obvykle dodávány již s namontovanou instalací uvnitř stolu. Pro zajímavost je na obr. 6 znázorněno použití



Obr. 5. Schéma přípojek pro laboratorní stoly (a — přívodní a odpadní potrubí zavěšené volně pod stropem, b — přívodní a odpadní potrubí uložené v kanálcích v podlaze, c — přívodní potrubí přivedeno od stropu a odpad proveden podle a nebo b).

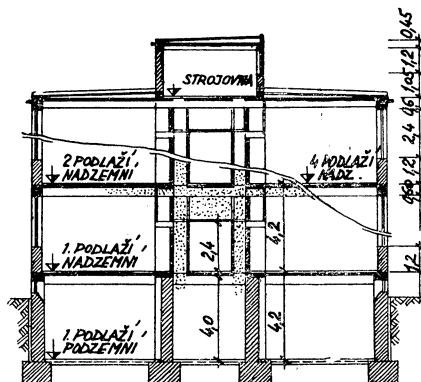


Obr. 6. Instalační rozvody v interiérech se skládacím nábytkem (1 — skládací nábytek, 2 — betonové tvárnice, 3 — skleněné tvárnice v ocelovém rámu, 4 — odpadní potrubí, 5 — studená voda, 6 — teplá voda, 7 — cirkulace teplé vody, 8 — svítiplyn, 9 — stlačený vzduch, 10 — vakuum, 11 — závěsy, 12 — snížený strop).

sestavovacího skříňového nábytku (instalační rozvody jsou tu vedeny pod betonovou tvárnici obloženou keramikou za nábytkem). V zahraničí jsou instalační rozvody mnohdy vedeny také ve zvláštních schránkách nad pracovními stoly, v pevných konstrukcích, k nimž se stoly přistavují apod.

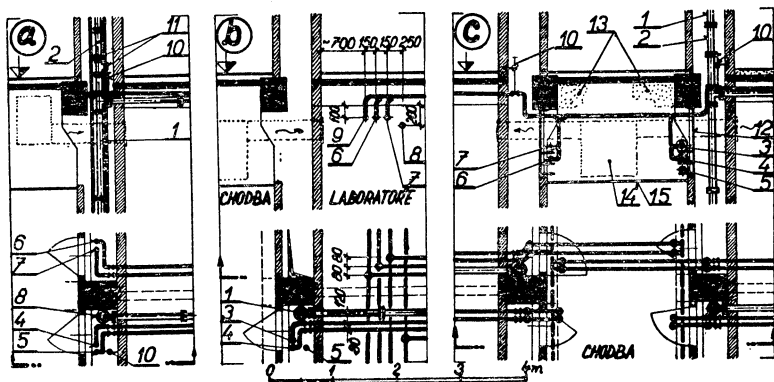
#### 4. DOPORUČENÉ INSTALAČNÍ SYSTÉMY

Vraťme se znovu k hutní normě HN 43 9110. Charakteristický řez budovou, který tato norma doporučuje, je na obr. 7. V prvním a druhém podlaží je na tomto obrázku naznačen vytečkováním instalační prostor, který je k dispozici potrubním instalacím, společně se vzduchotechnikou a rozvodem elektrického proudu. Na tomto obrázku vidíme, že stavební konstrukce je přísně ekonomická a že zároveň dává možnost použití vhodného systému laboratorních instalací. Vertikálního způsobu se používá pro odpady (obr. 2a), po případě i pro svislé rozvody vody a plynu, nebo se



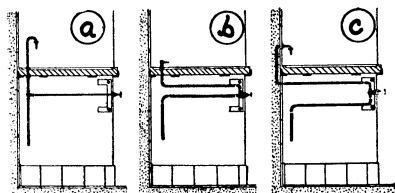
Obr. 7. Charakteristický řez budovou podle normy HN 43 9110.

používá horizontálních způsobů pro rozvody vody, plynu atd. podle obr. 2, 3 a 4. Každému projektantu instalací se tu naskýtá velká možnost alternativního řešení, a tím přímo ovlivňování výše investičních nákladů. Provedení přípojek v násypu v podlaže je vidět rovněž v obr. 6. Tloušťka násypu (minimálně 20 cm) ovšem zdrazňuje stavební provedení a proto je lépe provést přípojky podle obr. 8 (a — při vertikálním systému

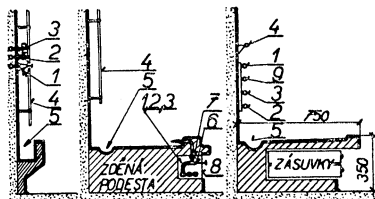


Obr. 8. Instalační přípojky k laboratorním stolům a ostatním spotřebičům (1 — odpadní potrubí, 2 — krátký kus pro čištění, 3 — studená voda, 4 — teplá voda, 5 — cirkulace teplé vody, 6 — svítiplyn, 7 — stlačený vzduch, 8 — kyslík, 9 — vodík, 10 — uzavírací armatury s prodlouženým vřetenem, 11 — přípojky pro digestoře, 12 — závěsy, 13 — prostor pro rozvody elektrické, 14 — prostor pro vzduchotechniku, 15 — snížený strop chodby).

rozvodů, b — při vertikálním systému odvodnění a rozvodu vody a horizontálním rozvodu plynu, c — při vertikálním odvodnění a horizontálních rozvodech vody a plynů). Schematicky jsou tu znázorněny tři vhodné způsoby uspořádání instalačních rozvodů spolu s půdorysným uspořádáním vertikálních i horizontálních rozvodů do železobetonové stavby s žebrovými stropy. Velmi výhodně se dají u těchto způsobů uložení přípojek použít uzavírací armatury s prodlouženými vřeteny. Protože tyto přípojky jsou nezakryté a tedy ze spodní místnosti viditelné, musí být jednotně uspořádané a hlavně pečlivě montované.



Obr. 9. Schéma uspořádání potrubí a armatur v digestořích (a — ventil s prodlouženým vřetenem — vyústky na pracovní desce, b — rohový ventil — vyústky na pracovní desce, c — průchodní ventil — vyústky na stěně).



Obr. 10. Schematické řezy montážními stěnami (1 — studená voda, 2 — svítiplyn, 3 — stlačený vzduch, 4 — montážní konstrukce, 5 — žlab, 6 — rohový ventil, 7 — šroubení, 8 — plechový kryt, 9 — vakuum).

Všechny laboratorní práce, při kterých vznikají škodliviny, se provádějí v digestořích. Škodliviny se potom odsávají z uzavřeného nebo mírně otevřeného prostoru digestoře. Důležitost digestořů je dokumentována již tím, že rozsáhlé šetření bylo

základem pro návrh hutní normy pro výrobu a typisování digestoří, která bude v dohledné době vydána. Digestoře se tu doporučují zděné s kovovou zasklenou čelní konstrukcí. Dřevěné digestoře se nepoužívají, protože jsou pro provoz hutních laboratoří nevhodné. Instalace digestoří zahrnuje především odpadní potrubí a přívod vody, dále dostatek vývodů klasického plynu, po případě stlačeného vzduchu, vakua apod., podle charakteru práce. Uzavírací armatury obsluhují se z rozvodné desky. Schematické umístění vyústek je na *obr. 9*. Hadicové vyústky se doporučuje montovat na bočních stěnách, aby nedošlo k políťí vyústek žravinami. Pracovní plocha je potom úplně volná, což odpovídá rovněž uvedenému návrhu normy. Odpadní kalichy se doporučují provést z novoduru. Pro některé laboratorní práce se zřizují tzv. teplé digestoře, u kterých je pracovní deska vyhřívána elektricky, parou nebo plynem. Zvláštní plynový hořák, odvod spalin i odsávací kameninové potrubí s odplachováním a celá konstrukce teplé digestoře zasluhuje podrobného popisu, který bude zpracován samostatně v některém z příštích čísel našeho časopisu.

Instalaci ostatních provozních místností, jako jsou tmavé komory, umývárny skla, výrobní destilované vody atd. není zapotřebí popisovat, protože instalace v nich je obvyklá a nemá vliv na určení instalačního systému. Zmínku zasluhují ještě montážní stěny, které se umísťují v některých odděleních pro vývojové práce. Montážní stěnu pravidelně tvoří pohyblivé trubkové nosníky. Instalace tu bývá buď povrchová nebo pod omítkou. Odvodnění se provede do kanalisace ze sběrné vaničky u podlahy. Schematické řezy montážními stěnami jsou na *obr. 10*.

## 5. ZÁVĚR

I když obsah tohoto příspěvku je zaměřen na instalaci v hutních laboratořích, nepochybují, že najde vhodné použití i v ostatních sektorech průmyslové i občanské výstavby. Pro podrobnější studium vybavení hutních laboratoří v zahraničí uvádím přehled dostupné zahraniční literatury a publikací.

### Literatura

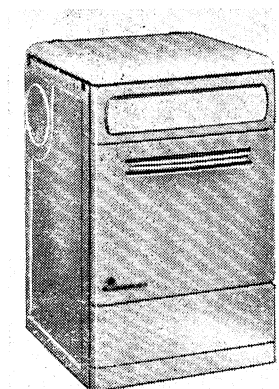
- [1] Laboratorium eines gemischten Hüttenwerkes. Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1939.
- [2] Laboratories: „L'Architecture d'Aujourd'Hui“ Paris okt. 1949.
- [3] H. S. Coleman: Laboratory Design. Reinhold, New York 1951.
- [4] W. Schramm: Chemische und Biologische Laboratorien, GMBH Weinheim 1957.
- [5] Körber: Institut für Eisenforschung, Düsseldorf. Band 28, Lief. 19, Stahleisen.
- [6] Laboratorium der Krupp-Gruson-Werke, Magdeburk. „Baumeister“ 1941.
- [7] Battele-Institut, Frankfurt. Chemiker-Ztg. 1953. Nr. 13.
- [8] Mittag: Baukonstruktionslehre, Bertelsmann, Gütersloh 1953.
- [9] J. E. York: Service piping and its equipment for multistory Laboratories. „Air Condit. Heating and Ventilation“ New York 55, 5 1955.
- [10] Roll: Das laboratorium, sein Aufbau, seine Technik und sein Einsatz in der Gessereiindustrie. „Giesserei“ 10/1953.
- [11] Flexibility stressed in new ICI laboratories Imperial Chemical Industries „Chem. Engng. News“ 45/1954.

● **Poškození rostlin nečistotami v ovzduší.** V Kalifornii je sledováno poškozování rostlin působením plyných sloučenin obsažených ve vzduchu. Byly rozlišeny symptomy, objevující se na různých druzích rostlin působením kysličníku siřičitého, fluorovodíku, oxidantů (sloučenin s oxidačními účinky jako je ozón, organické peroxydy a ozonidy), ethylenu, chloru, amoniaku, sirovodíku a kysličníku uhelnatého. Ze zprávy vyplývá, že v některých případech lze užít rostlin pro kvalitativní a hrubě kvantitativní hodnocení obsahu škodlivin v ovzduší. (J. T. Middleton, E. F. Darley, R. F. Brewer: J. Air Pol. Control As. 8, 9 (1958)). (St)

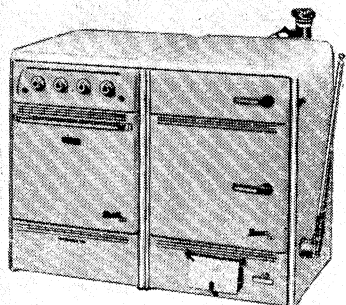


## OHŘEV VODY PRO ETÁŽOVÉ VYTÁPĚNÍ V KUCHYŇSKÝCH TOPIDLECH

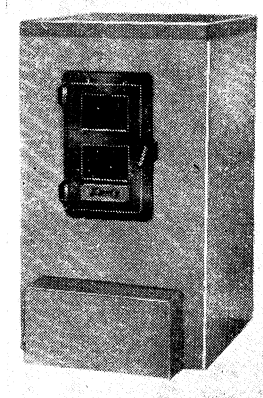
V příštích třech pětiletkách, tj. v údobí 1960—1975, bude v ČSR postaveno téměř 600 000 (50,5%) bytových jednotek bez ústředního vytápění a dodávky teplé užitkové vody. Kromě toho zůstane bez ústředního zásobování teplem 90% dnešního bytového fondu, tj. přes 3 000 000 bytových jednotek. Soudí se však, že výhody ústředního vytápění bude možno rozšířit na větší počet bytů, zejména v družstevní a soukromé výstavbě, které budou individuálně vybavovány etážovým vytápěním. Jedním ze způsobů investičně levného a na půdorysnou plochu nenáročného řešení etážového vytápění, popřípadě vytápění rodinných domků, jsou zařízení s malými kuchyňskými kotlíky, jimiž náš trh dosud není zásobován.



Obr. 1. Kuchyňský kotlík na tuhá paliva JUNO.

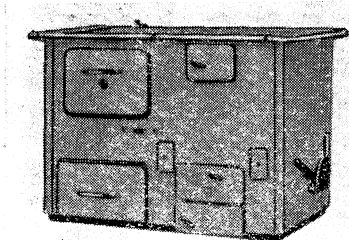


Obr. 2. Plynový sporák s kotlíkem na plyn SIEGER 60.



Obr. 3. Kotlík na topnou naftu SOMY.

Dobrym vodítkem pro vývoj a zavádění výroby těchto topidel mohou být výrobky některých západoněmeckých a belgických firem, z nichž stručně popisujeme čtyři osvědčené konstrukce.



Obr. 4. Sporák na tuhá paliva s vestavným ohřívákem vody VESUV II (vnější vzhled).

Firma Burger Eisenwerke (Burg, NSR) dodává pod značkou JUNO malé teplovodní kotlíky na jakostní pevná paliva, tj. koks a antracit, řešené jako skříňové přístavky ke kuchyňským sporákům. Kotlík JUNO, jehož vzhled je patrný z obr. 1, se vyrábí v sedmi velikostech o výkonech 2000 až 5000 kcal/h, odstupňovaných po 400 až 600 kcal/h. Protějškem kotlíku JUNO v úpravě pro topení plynem je výrobek jiné západoněmecké firmy Sieger-Herd-Fabrik (Geisweid), nesoucí značku SIEGER 60 (na obr. 2). Výkony kotlíků této řady, rozměrově i vzhledově velmi podobné předchozím výrobkům, pohybují se mezi 10 000 až 30 000 kcal/h.

Možnost řešit kuchyňská etážová topidla na kapalná paliva ukazují výrobky belgické firmy Founderies de l'eau noire (Covin). Tato firma nabízí celkem pět modelů o výkonu 9000 až 20 000 kcal/h (obr. 3). Stejně jako v obou předešlých případech jsou rozměry i vzhled přizpůsobeny vyráběným typům elektrických nebo plynových sporáků.

Pro venkov, kde se předpokládá především používání tuhých paliv a větší využití kuchyní, je vhodná kombinace kuchyňského sporáku s vestavěným teplovodním kotlíkem. Závod Pa-Kü Werk (Pinneberg, NSR) vyrábí kombinovaný sporák VESUV, a to ve čtyřech výkonových řadách, z nichž každá zahrnuje 7 až 8 velikostí; pro domácnosti má význam pouze nejmenší řada o výkonech 6000 až 20 000 kcal/h. Vzhled sporáku je patrný z obr. 4; obr. 5a ukazuje, že plášť výměníku obklopuje ze stran ohniště a část tahů. Klapkou je možno změnit směr proudění spalin tak, aby ohřívaly buď pečící troubu nebo kotlové články.

Ohřev vody v kuchyňských topidlech slučuje výhody lokálního a ústředního vytápění, a kromě toho se vyznačuje těmito nejdůležitějšími přednostmi:

1. Tepelné ztráty topidel i rozvodů se plně využívá k vytápění užitečného prostoru bytové jednotky, popřípadě i k přípravě pokrmů. Při vytápění celých rodinných domků zůstává sklep naopak chladný, což má význam zejména na venkově.

2. Umístění zdroje tepla přímo v kuchyni umožňuje stálý dohled, soustavnou obsluhu a tím i vysokou hospodárnost provozu.

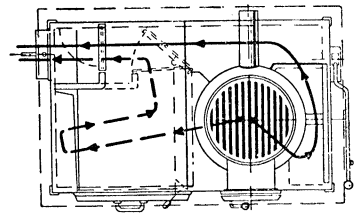
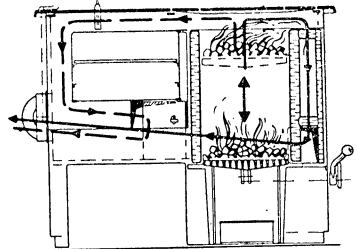
3. Nárok kuchyňských topidel na půdorysnou plochu je minimální, popřípadě při kombinaci se sporákem vůbec odpadá.

4. V bytech odkázaných na tuhá paliva je možno podstatně zmenšit rozměry koupelny.

Kuchyňské kotlíky řeší tedy velmi důležitý dílčí problém vytápění, a zasluhují zvýšenou pozornost pracovníků zabývajících se jak výrobou a vývojem lokálních topidel, tak projekcí v oblasti občanské výstavby.

Bura

Zpracováno podle firemní literatury.



Obr. 5. Sporák na tuhá paliva s vestavěným ohřívákem vody VESUV I (schéma uspořádání tahů).

● Beno Schilde Maschinenbau AG. Bad Hersfeld (NSR) uvádí, že v roce 1957 poklesla produkce o 7,5 % oproti rekordnímu roku 1956. Export této firmy vyrábějící vzduchotechnická zařízení a sušárny se zvýšil a činil 38 % celkového obrátu. Za nejvýznamnější výrobek v roce 1957 považuje firma Schilde velké průmyslové klimatizační zařízení, zajišťující vzduchotechnické požadavky dané výrobou vysoce hodnotných potravin. Počet zaměstnanců je udáván 1500 (Chemie Ingenieur Technik, 1958, č. 12) (Cho)

● Snaha o úpravu materiálu na vhodný tvar před sušením se stále více projevuje jako vývojový směr ve výrobě sušáren. Firma Fil-Tro KG Dipl. Ing. Netzelt & Co. (Čáčky — NSR) vyrábí pro chemický průmysl zařízení spojující v sobě filtr, granulátor a sušárnu. Vlhké filtrační koláče jsou ihned po vyjití z filtru rozděleny na granule o velikosti 3–10 mm, které jsou podávány do sušárny (šachtové po případě vícepásové), v níž se snižuje vlhkovostní obsah až na hodnotu, při níž již nenastává slepování jednotlivých částic. (Chemie Ingenieur Technik, 1958, č. 12). (Cho)

● Zařízení k sušení práškovitých a jemnozrnných látek (patent NSR; č. 1,033 142; třída 82 a 14; Knapsack-Griesheim A. G., Knapsack). Fluidisační sušárna jemnozrnných a práškovitých látek, majících sklon k aglomeraci. Homogenita fluidní vrstvy je zajištěna buď kmitavým pohybem podložky nebo hrabadel, otáčejícím se těsně nad fluidní přepážkou. (Kř)

## OTOPNÁ TĚLESA BLÍZKÉ BUDOUCNOSTI

V současné době nastává svízelná situace při zajišťování otopných těles, potřebných pro bytovou výstavbu. Vyrábějící závody dodávají nejrůznější druhy otopných těles, které jsou uvedeny v přehledu spolu s technickými ukazateli v tabulce I.

Tab. I. Ukazatelé dnes vyráběných otopných těles

	váhy otopné plochy [kg/m <sup>2</sup> ]	součinitel prostupu tepla otopné plochy [kcal/m <sup>2</sup> h°C]		tepelný výkon I modělký tělesa při teplotě 20°C [kcal/mh]		spotřeba železa pro výkon tělesa 1000 kcal/h [kg h/1000 kcal]		odhad náběhu otopného tělesa na plyný výkon [minuty]	
		voda 90/70°C	pára 102°C	voda 90/70°C	pára 102°C	voda 90/70°C	pára 102°C	voda 90/70°C	pára 102°C
Litínové radiátory	22 až 30	6,5 až 8	7,5 až 9	1000 až 2600	1000 až 4200	55 až 70	40 až 50	30 až 45	méně než 1
Ocelové radiátory	9 až 11	6 až 7,5	—	1900 až 3300	—	22 až 25	—	30 až 45	—
Ocelové panely	8 až 9	8 až 9	—	500 až 600	—	15 až 16	—	20 až 30	—
Betonové panely	40 (pouze železo 4 kg)	4,5 až 5	5 až 5,5	450 až 550	—	13	—	20 až 30	15 až 35
Hladká troubka	20 až 22	11 až 12	11 až 12	100 až 200	150 až 400	15 až 20	20 až 23	15 až 30	méně než 1
Litínová žebrovka	9	4,5	5,5	900 až 1200	1000 až 1800	35	—	5 až 10	méně než 1
Ocelová žebrovka	4 až 7	4 až 5	5,0	900 až 1200	1000 až 1800	12 až 18	6 až 8	5 až 10	méně než 1
Konvektor 1949	10 až 14	3,5 až 4	5,5	900 až 1100	2000 až 2200	21 až 30	11,5 až 17	5 až 10	méně než 1

Jsou to litinové nebo ocelové radiátory, ocelové nebo betonové panely, hladké nebo ožebrované trubky a konvektory typu 1949.

Při vzájemném porovnání otopných těles nás zajímá především tepelný výkon otopného tělesa a spotřeba železa. V poslední době při zavádění pružných otopných soustav je nutno přihlížet i k nutné době náběhu otopného tělesa. na plný výkon. Z přehledu vlastností těles dá se odvodit výhled budoucího vývoje otopných těles, jak uvedeno v *tabulce II.* Tělesa.

Tab. II. Přehled vlastností požadovaných od tělesa v blízké budoucnosti (do roku 1970)

<i>Váha otopné plochy</i>	5 až 8 kg/m <sup>2</sup>
<i>Tepelný výkon otopné plochy v místnosti 20°C při vodě 80°C při páře 102°C</i>	6 a více kcal/m <sup>2</sup> h°C
<i>Tepelný výkon 1 m délky tělesa v místnosti 20°C při vodě 80°C při páře 102°C</i>	1000 až 3000 kcal/m h 1200 až 4000 kcal/m h
<i>Spotřeba železa</i> při vodě 80°C při páře 102°C	4 až 6 kg h/1000 kcal 3 až 5 kg h/1000 kcal
<i>Náběh otopného tělesa na plný výkon při vodě 80°C při páře 102°C</i>	2 až 3 minuty méně než 1 minuta

uvedených vlastností se zkoušejí a je naděje, že přísné požadavky na nové otopné těleso budou splněny. Plného výkonu nového otopného tělesa dosáhneme v několika málo minutách. Znamená to však, že k dosažení tepelné pohody v místnosti v přijatelně krátké době 15 až 30 min. musí otopné těleso pracovat se 150 až 250% svého základního tepelného výkonu. Bude proto třeba mít takové těleso, při kterém nebude nutno brát v úvahu cenový náklad a zvýšenou spotřebu materiálu. *Lázňovský*

## VZDUCHOTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ PRO PARNÍ KOTLE VELKÝCH VÝKONŮ

*Celostátní konference v Milevsku, konaná ve dnech 3. — 5. září 1959.*

Ústřední výbor sekce Zdravotní techniky a vzduchotechniky, spolu s výrobní hospodářskou jednotkou Závody pro výrobu vzduchotechnických zařízení, uspořádala celostátní konferenci s mezinárodní účastí, kterou věnovala náročným úkolům vzduchotechniky při výstavbě velikých tepelných centrál. Konference se zúčastnilo 260 domácích a 10 zahraničních hostů. S problematikou současných i příštích úkolů vzduchotechniky seznámil účastníky s. inž. Josef Poláček, technický náměstek ředitele Závodu na výrobu vzduchotechnických zařízení v Milevsku.

Ze závěru konference, přijatého všemi účastníky vyjímáme:

Dosavadní konference o vzduchotechnice pořádali jsme v Ostravě, Ústí n. Labem a v Plzni, tedy v průmyslových oblastech nejvíce postižených škodlivými důsledky průmyslových exhalací. Tuto konferenci pořádali jsme zde v Milevsku, v sídle vedoucího závodu výrobně hospodářské jednotky, na jejíž bedrech bude spočívat hlavní tíha zvládnutí úkolů, uložených stranou a vládou k zajištění ozdravení ovzduší, jako významné složky zvýšení životní úrovně našeho lidu.

Ukázalo se, že jsme správně zvolili sídlo konference. Pracující milevského závodu, který vznikl v roce 1948 v čistě zemědělském a hospodářsky opomíjeném kraji, vybudovali tu během deseti let velký závod s klíčovým významem pro naše hospodářství; na to mohou být, a to jistě právem, hrdí. A nejenom oni, ale my všichni, kterým záleží na úspěšném dobudování socialismu v naší vlasti.

Konferenci lze hodnotit také jako úspěšný nástup nového směru československé vědecko-technické společnosti začleněné do ROH, sledujícího zásadu „Čelem k závodu a k pracujícím“, s přenášením výsledků nové techniky na výrobní pracoviště a s využitím iniciativy pracujících při zvládnání úkolů nové techniky.

Účastníci konference se zájmem vyslechli hodnotné referáty a diskusní příspěvky, které objasňovaly obsáhlou problematiku v celé šíři, tj. nejen po stránce technické, ale i ekonomické. Naši zahraniční hosté nám přispěli diskusními příspěvky, které vysvětlovaly problematiku jejich zemí a jsme jim zavázáni za to, že nám umožnili konfrontaci technické úrovně našich zařízení.

Nesmí nás uspokojit, že jsme nenašli závažnějších nedostatků jak v technice, tak i ekonomice našich zařízení i vůči pokročilým a o dlouhou tradici se opírajícím zemím. Jedině v oboru elektrofiltrů musíme usilovat o snížení nákladů a rozměrů zařízení.

Jsmo si totiž vědomi toho, že naše topografické podmínky a palivová základna jsou tak nepříznivé, že naše cesty budou značně obtížnější a mnohdy si vynutí použití unikátních řešení, která předpokládají náležitý předstih před nejpokročilejší cizinou.

Vzduchotechnická zařízení pro parní kotle velkých výkonů soustřeďují se především na jímání a dopravu tuhých částic plynů. Referáty a diskusní příspěvky ukázaly, že v tomto směru je nynější stav naší techniky a její plánovaný rozvoj ve fázi výzkumu a vývoje celkem vyhovující. Je však zapotřebí urychlené realizace těchto prací v dalších fázích předvýrobního procesu a ve výrobě. Dále je nutno poukázat na dosud trvající velký nesoulad mezi požadavky a technikou i výrobní kapacitou, která zvláště vynikne při požadované rychlé realizaci nových úkolů. I když tento stav je již delší dobu znám, nebyl dosud žádným způsobem zásadně řešen a při dalších průtazích znemožnil by plánované dosažení vytčených cílů.

Účastníci konference byli také seznámeni s problematikou zneškodňování kysličníků síry. I když jde především o problém povahy chemické, sleduje jej naše vzduchotechnika za tím účelem, aby včas byla vyjasněna její možná účast při řešení tohoto problému.

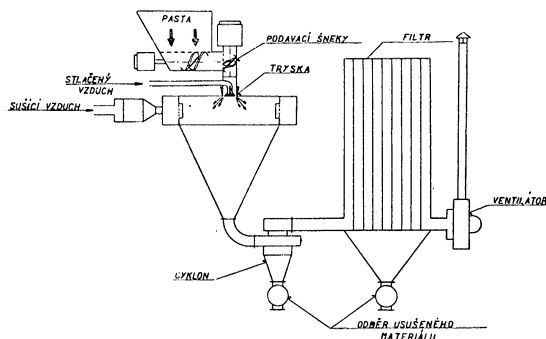
V referátech a diskusních příspěvcích byla řada podnětných návrhů, které bude třeba rozpracovat jako úkoly pro jednotlivá pracoviště výrobně hospodářské jednotky.

Závažná jednání konference a iniciativní a velmi hodnotný závazek výrobních složek vedoucího podniku v Milevsku povede jistě k podobným závazkům vědeckých, výzkumných a technických pracovníků, kteří zvyšováním technické úrovně zajistí další zrychlení rozvoje oboru.

*Pulkrábek*

## NOVÝ ZPŮSOB SUŠENÍ TĚSTOVITÝCH HMOT

V současné době se provádí sušení těstovitých hmot ve velkých hroudách nebo koláčích v běžných komorových sušárnách, a je velmi zdoluhavé, protože vlhkost se odpařuje z poměrně malého povrchu. Proto je snaha zvětšit odpařovací povrch



Obr. 1. Schéma sušárny.

neudličky a suší v pasové sušárně, nebo že se nanáší v tenké vrstvě na povrch sušícího válce při sušení na válcové sušárně. Při těchto způsobech sušení však musí vždy následovat mletí usušené hmoty na prášek, čímž se značně zvýší výrobní náklady. Maximálního zvětšení odpařovacího povrchu a zároveň získání konečného produktu v podobě prášku se dá dosáhnout rozprašovací sušením. Je však nutno rozřešit problém rozprašování hmoty přímo v podobě pasty bez jejího rozplavování, aby se zamezilo zbytečnému odpařování velkého množství vody. Toto se podařilo firmě Kraus-Maffei Imperial, která uvedla do provozu rozprašovací sušárnu se zvláštním rozprašovacím zařízením na sušení organických a anorganických hmot.

Sušárna sestává z válcové komory o průměru 3 m, na níž navazuje kuželové dno s otvorem, kterým odchází sušící médium a materiál do cyklonů. Zde se odloučí a je shromažďována hlavní část usušeného materiálu. Z cyklonů odchází sušící vzduch s jemnými zbytky materiálu do filtru, kde se odloučení dokončí. Za filtrem je umístěn ventilátor, který obstarává dopravu vzduchu celým zařízením. Horký sušící vzduch přichází do sušárny tangenciálními otvory z rozváděcího kanálu, který je utvořen kolem celé její válcové části. Využitý vzduch je vyfukován potrubím,

umístěným na výtlačku ventilátoru. Speciální rozprašovací zařízení, které bude dále popsáno, je umístěno nad sušicí komorou. Celková výška zařízení je pak asi 4 m.

**Rozprašovací zařízení:** Pasta je uložena v zásobníku a odtud je tlačena soustavou podávacích šneků s regulovatelným počtem otáček do mezikruhové trysky. Z této trysky vystupuje pasta ve formě trubky o síle stěny asi 5 mm. Válcová vnější část trysky je otočná, čímž se dosahuje stejnoměrnosti výstupu pasty celým mezikružím. Středem trysky je přiváděn stlačený vzduch, který pastu vycházející z mezikruží rozprašuje přes její vnější okraj. Vzduch je v ústí trysky usměrňován tak, aby rozprašení tvořilo dolů se rozšiřující kužel. Stlačený vzduch vystupuje z trysky nadzvukovou rychlostí. Použitý tlak vzduchu byl asi 3 atp. Toto rozprašovací zařízení je umístěno nad sušárnou a rozprašený materiál je vhnán do sušárny otvorem ve víku válcové části sušárny. Tímto opatřením je zabráněno možnému zatuhování pasty v rozprašovacím zařízení působením vysokých teplot ze sušárny. Spotřeba energie pro vytvoření množství stlačeného vzduchu asi 440 Nm<sup>3</sup>/h je malá a náklady na ni jsou částečně kompenzovány odpadnutím výdajů za mletí, které je nutné při jiných způsobech sušení.

Popsaná sušárna je používána pro sušení organické pasty a pracuje s teplotou vstupujícího vzduchu 850°C a výstupní teplotou 110°C, přičemž výkon činí 300 kg odpařené vody za hodinu. Při kontinuálním provozu bylo množství spotřebovaného tepla 915 kcal/kg odpařené vody. Počáteční obsah vlhkosti pasty byl 200 % a vlhkost se kterou vycházel prášek ze sušárny neklesla nikdy pod 0,3 %. Za těchto podmínek sušárna produkovala 150 kg prášku za hodinu. Teplota vycházejícího produktu se pohybovala kolem 60°C.

Uvedená sušárna byla vyzkoušena při sušení různých pastovitých produktů jako jsou např.: organické a anorganické barvy, pigmenty, kysličníky kovů, křída, hlíny atd. Křížek

*Podle Chemie-Ingenieur Technik č. 4 (1959)*

## METODIKA MĚŘENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC U MONODISPERSNÍCH DÝMŮ S POLOMĚREM ČÁSTIC 0,1–0,5 μ

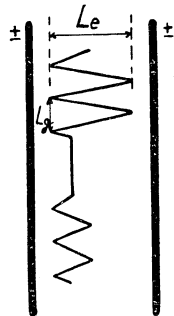
*Podle E. N. Gladkova a G. L. Natanson, Žurnal fys. chemiji (1958), 5, str. 1160/1162*

V poslední době se dostávají do popředí zájmu monodispersní aerosoly (s rozptylem velikosti ±10%), které se připravují kondenzačními způsoby. Ke stanovení velikosti částic těchto jemně dispersních aerosolů se v zahraničí, hlavně v USA, používá především optických metod, založených na rozptylu světla. Nevýhodou těchto metod je, že je nutno provádět pracné kalibrace pro každý nový druh aerosolu.

Vhodnou metodou pro stanovení velikosti částic větších než 0,5 μ je klasická metoda, vypracovaná Fukssem a Petrjanovem. Tato metoda stanoví velikost částic na základě fotografování jejich dráhy (obr. 1) v současně působícím elektrickém a gravitačním poli. Stanovením veličin  $L_g$  a  $L_e$  můžeme vypočítat velikost aerosolové částice, známe-li její elektrický náboj  $q$  a váhu  $\rho$ . Při současném působení střídavého elektrického pole a gravitace platí:

$$L_g = \frac{2gr^2t\rho}{9\eta} f\left(\frac{\lambda}{r}\right),$$

$$L_e = \frac{Eqt}{12\pi r\eta} f\left(\frac{\lambda}{r}\right). \quad \left(f\left(\frac{\lambda}{r}\right) \text{ je oprava pro odchylku od Stokesova zákona, ostatní veličiny mají svůj obvyklý fyzikální význam}.$$



Autoři aplikovali tuto metodu pro stanovení velikosti částic menších než 0,5 μ, u kterých se již začíná uplatňovat vliv Brownova pohybu a konvekce. Jestliže pro střední posunutí aerosolových částic Brownovým pohybem platí známý vztah

$$\Delta = \left(\frac{4Dt}{\pi}\right)^{1/2} = \left[\frac{2kTt f\left(\frac{\lambda}{r}\right)}{3\pi^2\eta r}\right]^{1/2},$$

pak srovnáním s předešlými rovnicemi obdržíme, že

$$\frac{\Delta}{L_g} = \left[\frac{27kT\eta}{2\pi^2g^2r^5\rho^2t f\left(\frac{\lambda}{r}\right)}\right]^{1/2} \quad (1)$$

$$\frac{\Delta}{L_e} = \left[\frac{48kT\eta r}{E^2q^2t f\left(\frac{\lambda}{r}\right)}\right]^{1/2}. \quad (2)$$

Analýsou vztahů (1) a (2) bylo zjištěno, že zatím co veličina  $L_g$  je ovlivněna Brownovým pohybem velmi značně (o více než 100%) u částic menších než  $0,5 \mu$ , veličina  $L_e$  je ovlivněna jen velmi málo. Proto použili autoři ke stanovení velikosti částic veličiny  $L_e$ . Aby získaly přicházející částice všechny stejný náboj o známé hodnotě, upravili klasickou metodu podle Fukse a Petrijanova takto:

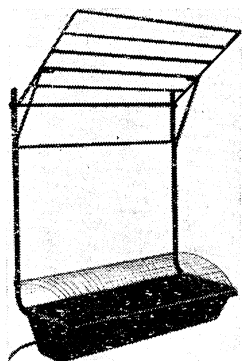
Aerosolová částice po vniknutí mezi dvě elektrody elektrostatického pole (vzdálené navzájem 2 mm) je osvětlena, otevře se clona fotoaparátu, zapne se střídavé elektrické pole a exponuje se po dvě periody střídavého napětí, pak se elektrické pole vypne, na částice se působí 1–2 vteřiny zářičem beta a zapne se elektrické pole na další 2 periody, pak se expozice skončí viz (obr. 1). Poměry jednotlivých  $L_e$  jsou celistvá čísla.

Tabulka I.

$r$ [ $\mu$ ]	$q$								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,1	27,2	43,2	21,6	6,6	1,3				
0,25	20,1	35,5	24,3	12,8	5,2	1,6	0,4	0,1	
0,5	13,6	25,6	21,5	16,0	10,9	6,4	3,4	1,6	0,7

Pro přibližná měření lze této výhody použít i pro aerosoly polydispersní, použijeme-li opravu na rozložení náboje podle velikosti částic, jak ji uvádí Fuks v tab. I. Čísla v tabulce udávají procenta pravděpodobnosti, že částice dané velikostí nese náboj  $q$ .

*Spurný*



### ELEKTRICKÝ SUŠIČ ŠATŮ

Firma Plowdry, Pontyrhyl, Bridgend, Glamorgan, S. Wales, uvádí na trh elektrický sušič šatů (viz obr.). Sestává z trubkového chromovaného rámu o rozměrech  $56 \times 56$  cm; závěsný rám má rozměry  $38 \times 56$  cm. Příkon je 1 kW, cena 4 L 20 s.

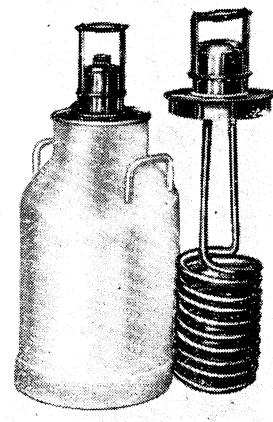
*Jokl*

The Architect č. 10, 1959

### ELEKTRICKÝ ODPOROVÝ OHŘÍVAČ MLÉKA

Fa. Schott Elektrowärme Langenhagen (Hannover) vyrábí ohříváč mléka s automatickým řízením teploty, osaditelný na konve o obsahu 20 a 40 l. Odporové těleso spirálového tvaru je upevněno na samostatném víku (zátce) a je v něm umístěna i armatura pro automatickou regulaci teploty. Přístroje lze použít např. k ohřátí mléka v konvi pro napájení mladého dobytka, vody v konvi při mytí, pro pasteurisaci mléka aj. Po dobu, po kterou je topná spirála ponořena v mléce, nemůže se mléko přichytit na její povrch. Víko uzavírá pevně konec proti znečištění a proti tepelným ztrátám.

*Chalupský*



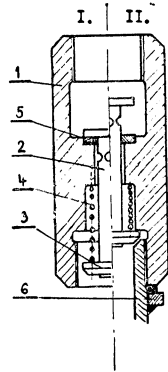
Lichttechnik 5/58

## VZDUCHOVÝ UZÁVĚR

V „Primorskem sovnarchoze“ byl pro uzavírací armaturu vzduchovodu zkonstruován nový jednoduchý vzduchový uzávěr, který našel široké uplatnění. Uzávěr sestává z pěti částí.

Ocelové těleso (1) má na obou koncích závit  $3/4''$ . Vrešná část tělesa tvoří sedlo pro bronzový píst (2) s těsněním (5). Spodní část je rozšířena pro umístění pružiny (4), jejíž jeden konec dosedá na matku pístu a druhý se opírá o tělo uzávěru. Píst (2) a matice (3) jsou bronzové. Na vrchní části pístu pod kloboučkem jsou dva příčné otvory  $\varnothing 5$  mm, jimiž proudí stlačený vzduch. Pružina je zhotovena z pružinového drátu  $\varnothing 1,2-2$  mm, těsnění z ploché gumy síly 2–3 mm. V poloze I. při vyšroubované matici hrdla (6) přitlačuje zpružina (4) dutý píst (2) kloboučkem na těsnění (5), takže tím je uzavřen průchod vzduchu. Při zašroubování matice (6) je zpružina stlačena a otvory pístu (2) jsou odkryty, takže vzduch volně proudí uzávěrem — poloha II.

Jelen



Obr. 1. (1 — tělo uzávěru, 2 — píst, 3 — matice, 4 — pružina, 5 — těsnění, 6 — matice hrdla)

Energetik 1959, č. 2, 15

## RECENSE

*Inž. Ladislav Podroužek: Navrhování, stavba a provoz tepelných sítí, II. díl. SNTL 1959, 180 stran, cena 18,10 Kčs.*

Více než dva roky čekala naše technická veřejnost na vydání II. dílu knihy inž. Ladislava Podroužka „Navrhování, stavba a provoz tepelných sítí“, v němž jsou shrnuty (na rozdíl od I. dílu obírajícího se tepelnými sítěmi z hlediska celého teplotního systému) poznatky a názory přímo z praktického navrhování, stavby a provozu vlastních konstrukcí tepelných sítí. Je konečně tedy v české technické literatuře ucelené dílo o tomto speciálním oboru, které je snad jediné vedle překladu z ruštiny knihy M. A. Aksenova a M. B. Perlina „Tepelné sítě“ a vysokoškolských skript „Dálkové teplovody“ doc. inž. dr. Mikuly. Téměř kolem každého podobného nového díla se objeví mnoho různých názorů a kritik, avšak bezesporu přísluší inž. Podroužkovi velká zásluha v tom, že uvedl tento obor, dosud literárně u nás zanedbávaný do české technické literatury.

Knihy je určena nejen projektantům, stavbařům a montážníkům, ale i provoznímu personálu tepelných sítí.

Po krátkém úvodu, v němž autor odůvodňuje správnou přehlednou metodu zpracování látky, je kniha rozdělena do šesti kapitol.

V první kapitole jsou uvedeny v dnešní době používané tři typy tepelných vedení a hlavní práce při jejich zřizování, vliv tepelných sítí na projektování městských ulic, sestavení podkladů pro projektování a volba trasy a druhu tepelného vedení.

Pracovníci-strojaři uvítají druhou kapitolu, která jim přehledným způsobem přibližuje práce zemní a stavební při výstavbě tepelných sítí.

V oddíle, který probírá tlaky na podzemní vedení a dovolené namáhání, na obr. 4 na str. 26 se chybou označení pod názvem stává vysvětlení nesrozumitelným (místo *a* má být *b* a místo *b* má být *c*).

V oddíle věnovaném zemním pracím, na str. 32 na obr. 9b má být místo  $\varphi$  správně  $\varphi$  v souladu s textem ( $\alpha \geq \varphi$ ), nehledě k tomu, že šířka kanálu je na obr. 9b i 9c špatně zakótována.

Čtvrtý oddíl se obšírně zabývá stavebními pracemi, uvádí na obr. 22 podíl ceny potrubí, stavebních nákladů a nákladů na izolaci na celkových nákladech. Vinou dlouhé výrobní doby v nakladatelství se tyto podíly rozdílným snížením cen jednotlivých složek již změnily, takže uvedený rozbor na obr. 22 neplatí dnes zcela přesně.

Na str. 69 je hovořeno o železných nosičích a na obr. 49 o ocelových nosičích v tunelech; tyto se již několik let nedoporučují vzhledem k velmi značné korozi.

V knize se několikrát objevuje označení *atm* (např. na str. 71, 173, 191, ač je běžné technickou atmosféru značit pouze *at* (*atp* nebo *ata*)).



V oddíle 2.42, obírajícím se tepelnými potrubími uloženými bez kanálu přímo v zemi, je odkaz na obr. 57, kde však podíl nákladů na zemní a stavební práce na celkových nákladech uveden není, ten je na obr. 22. Přípomínka k obr. 22 platí ještě více pro obr. 57.

V oddíle 2.42.14. věnovaném dynamickému součiniteli zatížení, inž. Podroužek upozorňuje, že sovětské směrnice připouštějí v praktických výpočtech i nižší hodnoty dynamického součinitele pro hlubší uložení podzemních potrubí než čs. státní normy a uvádí je v tabulce 8 na str. 87. Této otázce by měla být u nás věnována větší péče, bylo by záhodno zkontrolovat dynamické součinitele!

Oddíl 2.42.2 se věnuje domácím i zahraničním konstrukcím bezkanálových tepelných potrubí a uvádí úspory v procentech na investičních nákladech vůči klasickému provedení v železobetonových kanálech. Tento oddíl by si měli řádně prostudovat hlavně pracovníci z provozu tepelných sítí, z nichž mnozí se dosud k bezkanálovým provedením chovají příliš konservativně. V odstavci věnovaném vstupům do komor jsou uvedeny i vstupní otvory kruhové, které by bylo záhodno navrhovat hlavně z bezpečnostního hlediska, rovněž jako je bezpodmínečně nutné pevně uchytit i železné žebříky, ústíci ve vstupních otvorech ke stěnám jímek.

V oddíle 2.43.1. Prefabrikované komory pro tepelná potrubí — velmi správně je poukazováno na prefabrikované komory kruhového průřezu, složené ze železobetonových skruží, které stále nejsou u nás uplatňovány, ač již na ně v praxi bylo přímo poukazováno zlepšovacími návrhy.

V dalším oddíle o kompensátorových komorách na str. 113 v prvním odstavci by se mělo doplnit k druhé větě o reakci ucpávkového kompensátoru, působící do zakotvení, kdy ji lze uvažovat pouze ve velikosti 50 % tření v ucpávce a tření podpěr, že platí jen při stejných kompenzovaných úsecích.

V oddíle 2.43.3. Odbočkové komory — na obr. 99 chybí větrací otvor, který má být pokud možno vždy umístěn úhlopříčně proti vstupnímu otvoru.

Další oddíl hovoří o vypoustěcích komorách: „Nestačí-li vratná voda horkou vodu přivodní větve dostatečně chladit, je třeba postarat se o její zchlazení přimícháváním studené vody z vodovodu.“ Prakticky nikdy nestačí vratná voda dostatečně ochladit horkou vodu přivodní větve (na 40°C podle ČSN 730131. čl. 294b) a i kdyby, byla by to navíc ještě velká ztráta upravené vody z vratného potrubí. Proto se u nás vždy ještě montují míchací nádrže. Poslední odstavec tohoto oddílu bych doplnil tím, že provozní pravidla pro elektrárny a sítě v par. 675 předepisují takové dimenzování, aby se příslušný úsek sítě vyprázdnil do 1 hodiny!

Třetí kapitolu, obírající se nejdůležitější částí tepelných sítí — potrubím, zpracoval doc. dr. inž. Julius Mikula. Jsou zde uvedeny stručným způsobem praktické doplňky k teorii hydraulického výpočtu tepelných sítí v I. díle této knihy a v hlavních rysech probran pevnostní výpočet potrubí. Postrádám v oddíle 3.11 uvedení diagramu závislosti součinitele tření  $\lambda$  při průtoku rovným potrubím na Reynoldsově čísle a poměrné drsnosti potrubí, sice již v ČSR několikrát otištěného (naposledy doc. Mikulou v 3. čísle 1. ročníku tohoto časopisu podle „The Engineers' Digest“ z r. 1946), který je běžně uváděn v zahraniční literatuře, a proto by neměl chybět ani v této knize. Rozhodně hodnoty uvedené v tabulce 9 nemohou být jeho náhradou! Pro předběžné výpočty jsou v tabulce 9 uvedeny rovněž číselné hodnoty podílů vřazených odporů  $\alpha$ . Sovětská literatura uvádí následující vzorce pro  $\alpha$ , jež se už osvědčily i v československé praxi. Pro parní potrubí

$$\alpha_p = \frac{\sqrt{G_{t/h}}}{10} \text{ a pro vodní potrubí } \alpha_v = \frac{\sqrt{G_{t/h}}}{100}.$$

Zásadně není možno souhlasit s formulací první věty druhého odstavce na str. 119: „Tam, kde není úbytek tlaků dán a kde nelze ani jej ani vhodnou rychlost proudění spolehlivě odhadnout, je možno určit průměr potrubí na podkladě hospodářských úvah“ — neboť jedině správné určení průměru potrubí je možné pouze na podkladě hospodářských úvah.

Na obr. 102 je naznačeno a v textu stručně popsáno principiální určení hospodářného průměru potrubí. Přesnější stanovení minima provozních výloh, tj. hospodářného průměru, z obvykle v okolí minima ploché součtové křivky umožní sestrojení diferenciální křivky, je však potom stejně nutno volit nejbližší normalizovaný průměr. Řešení hospodářných průměrů je obtížné, ale lze je stanovit pro určitý typ provedení tepelného vedení. U nás to bylo provedeno pro tepelná vedení uložená v neprůlezných železobetonových kanálech. Správným důrazným požadavkem je, aby řešení hospodářných průměrů bylo při navrhování tepelných sítí prováděno, neboť zde vždy mají otázky hospodářské rozhodující vliv a nepřilíš velké zvýšení práce výpočtáře ušetří ve většině případů značné investiční prostředky národnímu hospodářství.

Velmi pěkným, názorným a vyčerpávajícím způsobem doc. Mikula v následujících oddílech probírá, vysvětluje a odvoláním na příslušné ČSN doplňuje otázky pracovního přetlaku, pracovní teploty, jmenovitého tlaku, pracovního stupně i materiálu potrubí. V tabulkách uvádí nejdůležitější hodnoty z ČSN, čímž se tyto oddíly knihy stanou důležitým pomocníkem mnoha pracovníků a začátečníků v praxi usnadní získání přehledu o ČSN, týkajících se tepelných sítí, který si již potom pohodlně sami prohloubí.

Snad vůbec poprvé v české technické literatuře vychází zpracování otázky výpočtu potrubí na pevnost v takovém rozsahu, jak je uvedeno v *oddíle 3.2*. Začátek oddílu je věnován určení výsledného namáhání, v *tab. 12 a* je uveden přehled materiálů a v následující *tabulce 12b* pevnostní vlastnosti ocelí na výrobu nejdůležitějších částí potrubí tepelných sítí. V dalších částech je probráno namáhání různých kompensátorů a kompensčních útvarů zhotovených z trubek.

Škoda, že právě do těchto oddílů o pevnostních výpočtech v potrubí se vloudilo tolik chyb, které v některých případech by mohly vést k zásadním omylům. Pokusím se zde uvést tyto chyby tak, aby si je čtenář mohl opravit, neboť se dá těžko předpokládat, že v dohledné době bychom se dočkali opraveného vydání nebo seznamu oprav, který u této knihy chybí, ačkoliv jsme si už na tyto opravenky v našich technických knihách zvykli!

Na *str. 136* vzorec (38) má správně být  $\Delta l = \alpha_L \Delta t$ .

V *tabulce 13* je menší nepřesnost ve vyjádření součinitele tepelné roztažnosti  $\alpha$  uhlíkových ocelí. Jsou zde uvedeny střední hodnoty  $\alpha$  při rozdílu teplot 100°C pro rozsah teplot 0–100, 0–200, 0–300 a 0–400°C. Uvedené číselné hodnoty však odpovídají hodnotám při 100, 200, 300, a 400°C, jak bývají obvykle uváděny.

Na *str. 137* vzorec (44) má správně být

$$\text{Pro } \lambda < 1,472 \text{ je } \beta = \frac{2}{3K} \sqrt{\frac{5 + 6\lambda^2}{18}}, \quad \beta_L = \frac{2}{3K_L} \sqrt{\frac{5 + 6\lambda^2}{18}},$$

$$\text{pro } \lambda > 1,472 \text{ je } \beta' = \frac{12\lambda^2 - 2}{12\lambda^2 + 1}.$$

*Obr. 106 na str. 138* — Diagram pro určení charakteristického čísla ohybu trubek — má na vodorovné ose špatně vynesenu stupnici  $t/d$ , místo hodnot 1,00; 1,12 a 1,14 má správně být 0,10; 0,12 a 0,14. V oddílu *3.24.1*, věnovaném výpočtu nejběžnějšího typu kompensátorů, *U*-kompensátoru má být ve vzorci pro celkovou tepelnou roztažnost potrubí ve směru osy  $x$  dvojnásobek poloměru ohybu trubky, jak konečně vyplývá z *obr. 108*. Část chybného vzorce má správně být:

$$\Delta x = (l_1 + l_2 + l_3 + 4R) \alpha \cdot \Delta t.$$

*Obr. 109*. Lyrový kompensátor je málo názorný a popisný, aby kniha mohla posloužit i lidem, kteří nemají o výpočtu přehled z cizí literatury. V obrázku by správně měla být zakótována těžiště oblouků, aby si podle nich mohl čtenář odvodit a zkontrolovat moment setrvačnosti lyrového kompensátoru.

Pro souměrné kompensční útvary *Z*, *L* a *U* jsou v příslušných tabulkách uvedeny číselné hodnoty součinitelů. Snad by bylo vhodnější přetisknout původní grafické znázornění z německé literatury.

Náročnější čtenář jistě lituje, že v *oddíle 3.24.7*. „Kompensční útvary rovinné a prostorové“ je pouze odkaz na literaturu, poněvadž jejich složité způsoby výpočtu nebylo možno pro omezený rozsah tohoto oddílu uvést! Příklad nesprávného postupu nakladatelství v šetření papíru!

Další oddíl je věnován ucpávkovému kompensátoru, který se stále nemůže u nás rozšířit, ač jeho použití v patřičných případech skýtá mnohé výhody. Jednoduchá konstrukce neodlehčeného kompensátoru je popsána téměř vyčerpávajícím způsobem, avšak ke konstrukci odlehčené se autor zachoval trochu macešsky.

*Oddíl 3.27* uvádí důležitou složku zatížení zakotvení potrubí. Je to odpor, který klade uložení potrubí při tepelném roztahování. Tato složka svou velikostí zvláště u velkých potrubí je větší než zatížení, vyvozené kompensátorem. Jsou uvedeny hodnoty součinitele tření pro různé případy a z uvedených zkušeností vyplývá, že se nemají drahá válečková uložení zásadně používat do nepřístupných kanálů a je možno je doporučit pouze tam, kde je lze kontrolovat a mazat! V sovětské literatuře se zásadně nedoporučují do neprůlezných kanálů a podle ústního sdělení prof. Kopjeva nepoužívají v SSSR při izolaci pěnobetnem vůbec žádných podpěr (před zalitím pěnobetnem je potrubí vyplodženo cihlami apod.).

Je zajímavé si povšimnout, že číslovaní rovnic v dalších oddílech není plynulé, chybí čísla 53 až 57 (poslední číslo rovnice 52 na *str. 154*, další 58 až na *str. 184*), což zřejmě svědčí o zásazích redakce, která knihu silně omezovala v rozsahu.

V dalších oddílech jsou probrána obvyklá provedení potrubí, spoje trubek, uzavírky, tvarovky, uložení a upevnění potrubí. Je správné snad doplnit *oddíl 3.36*. „Uložení a upevnění potrubí“, v němž je uvedena tabulka směrných hodnot vhodných vzdáleností uložení potrubí, upozorněním na další práci doc. Mikuly otíštěnou v časopise *Strojirenství*, protože nebylo možno, jak uvádí na konci tohoto oddílu sám doc. Mikula, opět pro omezený rozsah knihy řešení otázky vhodných vzdáleností uložení ani naznačit.

V následujících oddílech jsou stručně, ale velmi pěkně popsána zařízení k vyprazdňování potrubí, pojistná zařízení, zařízení na řízení tlaku a teploty teplotnosné látky i zařízení na měření jejího tlaku a teploty.

Na konci třetí kapitoly doc. Mikula v poznámce upozorňuje na čs. státní a úsekové normy, které vyšly během sazby a tisku této knihy.

Ve čtvrté kapitole popisuje opět inž. Podroužek montáž tepelných vedení — kontrolu trubek, řezání, přípravu armatur k montáži, ohýbání trubek, spoje a montáž potrubí a mechanisaci montážních prací. V úvodním oddíle o ohýbání trubek je uvedena tabulka odchylek ohýbaných trubek pro poloměry ohybu  $4d$  a  $5d$ . V dalším oddíle jsou popsány hladké ohyby a jejich použití. Autor uvádí, že vzhledem k větší ceně hladkých ohybů, neboť trubky větších průměrů musí být pro hladké ohyby naplněny pískem a ohýbány za tepla, se jich používá pouze tam, kde je nutno zmenšit odpory potrubí. Dalším důležitým důvodem je též otázka korose, která vlastně druhotně ovlivňuje i odpor potrubí. Z korosivních důvodů se provádějí dnes potrubí vodních tepelných sítí i kondensátních sítí pouze s hladkými ohyby. Na *str. 169* shora má být v závorce místo na *obr. 95* odkaz na *obr. 94*.

*Oddíl 4.3* je věnován spojům potrubí. Stručně probírá přírubové a závitové spoje, aby se mohl věnovat dosti podrobně svarům, jichž se dnes v tepelných sítích téměř výhradně užívá. Popisuje způsoby svařování potrubí a kontrolu svarů již při technologickém postupu montáže a svařování vnější prohlídkou, zkouškou na mechanickou pevnost a konečně vyšetřením vnitřních závad svarů, přičemž závěrem upozorňuje i na nejmodernější způsob pomocí radioaktivních látek.

Menší rozpor mezi autory knihy je na *str. 184 a 162*. Inž. Podroužek na konci *str. 184* říká, že „proti posunutí v objímkách se potrubí zabezpečuje přivařovanými příložkami“. Doc. Mikula na konci druhého odstavce *odd. 3.36* na *str. 162*: „Trubka k nosné konstrukci nebo operné příložky k trubce se u nás přivařují zatím poměrně zřídka, ačkoliv v cizině se to dělá často“. Skutečně by se snad měla tato otázka už řádně vyjasnit. Nejlépe by bylo snad přivařovat potrubí přímo, jak se to dělá v SSSR. Je to pouze otázka, do jaké míry může dojít při tom eventuálně ke změně struktury materiálu.

V tomto oddíle je uvedeno rovněž několik vzorců z literatury pro určení rozpětí mezi podpěrami a závěsy. Na *str. 186* dole je uvedeno: „V sovětské praxi se používá zjednodušených vzorců, které pro větší potrubí uložená v kanále dávají přibližně tytéž výsledky jako vzorec (60)“. Potom jsou uvedeny tyto dva vzorce označené (61), (62). Avšak tyto vzorce dávají výsledky značně odlišné.

Následující oddíl se obírá kompensací potrubí, uvádí tabulku předpětí kompensátorů za studena, zmiňuje se opět o ucpávkových kompensátorech, ale ani zde není odlehčenému ucpávkovému kompensátoru věnován podrobnější popis.

*Oddíl 4.45* popisuje montáž kontrolních a měřicích přístrojů: tlakoměrů, teploměrů a průtokoměrů. Upozorňuje názornými obrázky na správné umístění teploměrů a pro správné umístění průtokoměrů v potrubí uvádí podle DIN 1952 minimální délky měrné trati, tj. rovného kusu potrubí, v němž je měřicí příruba zamontována, úsek před a za přírubou. Do *obr. 139*, který tyto hodnoty uvádí, se bohužel vloudily menší nedostatky. Vlevo nahoře na obrázku chybí u šipek hodnoty  $50 D$  (před levým kolenem) a  $35 D$  (za pravým kolenem). V textu anebo u názvu obrázku by mělo být uvedeno, že hodnoty v diagramech, označených  $a$  a  $b$  na *obr. 139* platí pro clony a) s bodovým odběrem a b) s komorovým odběrem.

V *oddíle 4.5*. Zkoušky potrubí je popsán po úvodu s odvoláním na ČSN 130010 postup při tlakových zkouškách a uvádění tepelného potrubí do provozu.

*Další oddíl 4.6* je věnován stále aktuálnějšímu problému — mechanisaci montážních prací, bohužel mu je věnováno pouze něco málo přes stránku.

Pátá kapitola je věnována izolaci tepelných potrubí.

*Oddíl 5.2*. „Výpočet tepelných ztrát“ probírá nejprve v části 5.21 tepelné ztráty holého potrubí, uvádí tabulku hodnot  $\alpha_2$  pro klidný vzduch a vítr pro různé průměry potrubí a v části 5.22 tepelné ztráty izolovaného potrubí. V 5.22.1. — Tepelné ztráty izolovaného potrubí uloženého na vzduchu je uveden nejprve teoretický a pak hned praktický vzorec pro množství tepla prostupujícího z nositele tepla trubkou a izolací do okolního vzduchu. Do dalšího vzorce (76a) na *str. 209* vnikly tři chyby, sice při pečlivějším čtení patrné, avšak bylo by možno je přehlédnout, proto uvádím opravený vzorec:

$$q = \frac{\pi l(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda_{is} str} \ln \frac{d_{tr} + 2s}{d_{tr}} + \frac{1}{\alpha(d_{tr} + 2s)}} \quad [\text{kcal/h}].$$

V další části 5.23. Tepelné ztráty izolovaného potrubí uloženého v kanále jsou probrána některá zjednodušení pro usnadnění výpočtu. Ve vzorci (90) na *str. 212* pro tvarový součinitel  $\phi$  pro výpočet odporu vedení tepla  $R_{\phi}$  jsou chyby v označení průměrů, které vznikly patrně přepisem z jiné literatury. Místo  $d_2$  má být správně  $d_{is}$  a místo  $d_1$  má být  $d_{tr}$ .

Oddíl 5.25 je věnován tepelným ztrátám potrubí ve společné izolaci, pro něž nebyla zatím podána metoda exaktního výpočtu, ačkoliv u vodních tepelných sítí je uložení potrubí ve společné izolaci skoro nejběžnějším provedením. Pro umožnění stanovení tepelných ztrát potrubí tohoto provedení byli v SSSR experimentálně na podkladě elektrotepelných analogií zjištěni součinitelé, které inž. Podroužek uvádí v tab. 33 s odvoláním na příslušnou sovětskou literaturu. Bohužel

tito součinitelé platí pouze pro vodní tepelné sítě s poměrem teplotních spádů  $\frac{\Delta t_I}{\Delta t_{II}} = 2$  a uložené v hloubce  $h = 1$  m pod povrchem terénu v obdélníkové izolaci s určitými rozměry podle obr. 148. V tab. 33 jsou tvaroví součinitelé uvedeni pouze pro 3 poměry tepelných vodivostí země a izolace a pouze pro 4 velikosti tloušťky izolace, ačkoliv je známa tabulka, sice z jiné literatury, ale od autora, citovaného inž. Podroužkem, která uvádí hodnoty ještě pro další 2 poměry tepelných vodivostí a další 2 tloušťky tepelné izolace. Bohužel je opět v tab. 33 mnoho číselných chyb, z nichž většinu nelze pouhým názorem opravit.

V oddíle 5.26. Tepelné ztráty potrubí uložených přímo v zemi je uvedena další složka — odpor izolující vrstvy půdy, jsou zde uvedeny názory a doporučení jednotlivých citovaných autorů a je zde uveden postup výpočtu  $n$ -počtu potrubí vyřešením  $n$ -počtu lineárních rovnic. Na obr. 149 je rozdělení vlhkosti, teploty v zemi kolem tepelného potrubí a vodivosti půdy v přehledném diagramu, jehož cenu však snižuje to, že v něm chybí stupnice teploty půdy.

Velmi zajímavým, ale příliš stručným oddílem je oddíl 5.27. Tepelné ztráty při přerušovaném provozu potrubí. Jsou zde názorné diagramy a škoda, že zřejmě vzhledem ke stručnosti vypadla bližší vysvětlení, např. doby  $d$  ve vzorci (111) a (113) nebo součinitele  $\varphi$  ve jmenovateli exponentu vzorce (114) nebo provozní přestávky  $p$  ve vzorci (117). Je však zde citováno několik autorů zabývajících se tímto problémem a čtenář má tak vodítko pro další hlubší studium. Dalším velmi zajímavým, ale opět stručným, je oddíl 5.28. Teplu akumulované v potrubí a v izolaci. Jsou zde uváděny rovněž vzorce, ale ve vzorci (124) pro teplo akumulované za období zatápění ve stěně jednoho běžného metru ocelové izolované trubky vypadly druhé mocniny; vzorec má správně znít:

$$\omega_{tr} = \gamma_{tr} c_{s,tr} \frac{\pi}{4} (d_{tr_1}^2 - d_{tr_2}^2) \cdot (t_1 - t_2) \quad [\text{kcal}].$$

K oddílu 5.29.3. Ostatní přídavné tepelné ztráty, v němž je uvedena přírážka 15% pro lehká uložení a závěsy a přírážka asi 20% z celkových tepelných ztrát izolovaného potrubí pro těžší uložení, by se mělo doplnit, že tyto přírážky platí pro potrubí uložená v zemi např. v kanálech a pro potrubí uložená na nadzemních konstrukcích se v sovětské literatuře uvádí přírážka až 30%.

Velmi důležitou částí je oddíl 5.3. Výpočet hospodárné tloušťky izolace, který je pěkně zpracovaný. Na obr. 155 je grafické znázornění stanovení hospodárné tloušťky izolace, při čemž je vtipně použito grafické derivace pro snadnější určení minima součtové čáry, která zpravidla bývá v jeho okolí hodně plochá. Na obrázku může však průběh diferenciální křivky, jejíž konstrukce není v textu správně vyjádřena čtenáře na první pohled zarazit; totiž první část křivky na obrázku je zřejmě pro úsporu místa zrcadlovým obrazem správného průběhu.

Poslední oddíl páté kapitoly popisuje různé způsoby obnovování izolace tepelných sítí. V druhém odstavci na str. 249 má být místo na obr. 23 správně odkaz na obr. 22.

Poslední, šestá kapitola knihy je věnována provozu tepelných sítí. Probírá obsluhu, údržbu a opravy tepelných sítí i dispečerskou službu, která není dosud v našich tepelných sítích zavedena, ale není možno bez ní provozovat rozsáhlejší sítě, které jsou v projektech. Důkladná péče musí být věnována zkouškám tepelných sítí i odběratelských zařízení, které jsou popsány v oddíle 6.4. V oddíle 6.5. Měření odběru a dodávek tepla jsou v tabulce uvedeny přítokové výšky k beztlakovým vodoměrům domácí konstrukce pro tři rozsahy výkonů vodoměrů. Závěrečný oddíl knihy probírá organisování provozu tepelných sítí a končí návodem pro provozní plán jak pro parní, tak i pro vodní tepelné sítě.

Tento druhý díl knihy je doplněn na konci podobně jako první díl seznamem literatury (37 děl), který poslouží čtenářům k podrobnějšímu studiu jednotlivých problémů. Značným nedostatkem obou dílů je, že nemají rejstřík, který by učinil knihu příručnější, neboť i jen druhý díl — na pohled poměrně útlá knížka — je tematikou poměrně velmi obsáhlý.

Po vnější stránce je kniha poměrně vkusně vypravena, vydalo ji Státní nakladatelství technické literatury.

Jsem přesvědčen, že tento druhý díl knihy inž. Podroužka najde široké uplatnění, širší než první díl, právě vzhledem ke svému praktickému zaměření. Uvedené důležitější chyby, z nichž většina jistě není zaviněna autory, nikterak nesnižují význam a zásluhu jejich práce, jejich detailním uvedením v recenzi měl jsem pouze upřímnou snahu přispět k co nejširšímu použití tohoto, jak bylo úvodem již zdůrazněno, v naší technické literatuře dosud téměř ojedinelého díla.

Valášek

## L I T E R A T U R A

### 2 VĚTRÁNÍ A KLIMATISACE

- : Gas vs. electric air conditioning (Výhody klimatizačního zařízení na plyn proti zařízení na elektřinu). Poznámky k diskusi na toto thema. 1959, Air Condit. Heat. Vent., sv. 56, str. 92—93. 697.9:682.76.012.3 2.40
- Clarke J. H.*: Industrial ventilation: How to design make up supply air systems for freeze protection (Průmyslové větrání: Jak navrhovat přívodní zařízení pro upravený vzduch, aby bylo chráněno před zamrznutím). Rozbor jednotlivých faktorů, z nichž každý může podstatně ovlivnit nebo zvrátit celkový účinek. 4. sch. 1959, Heat. Pip. Air Condit., č. 4, str. 125—129. 697.35:398.4 2.20

### 4 ČIŠTĚNÍ PLYNŮ — AEROSOLY

- : Primeněníje skrubbera Venturi dlja očistki chvostovych gazov (Použití skrubru Venturi pro čištění odpadních plynů). Zkoušky s Venturiho odlučovačem při čištění odpadních plynů od mlhy kyseliny sírové. 1 tab. 1959, Proc. apparaty chim. proizv., č. 12, str. 8—9. 66.074 4.27
- Guthmann K.*: Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Luftverunreinigung (Výzkumné práce v boji proti prašnosti). Souhrnná zpráva o výzkumné a měřicí činnosti na poli zmírnění prašnosti ve slévárnách. Docílené úspěchy, odkaz na 24 literární prameny. 1958, Giesserei 45, č. 23, str. 701—702. 621.74:628.5 4.00:4.05
- Semrau K. T.* - *Marynowski C. W. aj.*: Influence of power input on efficiency of dust scrubbers (Vliv příkonu síly na účinnost odprašovacích zařízení). Účinnost různých typů odlučovačů prachu pro aerosoly při výrobě sulfátové celulosy. 1 sch., 8 diagr., 21 lit. 1958, Ind. Engng. Chem. 50, č. 11, str. 1615—1620. 66.074.2 621.928.97 4.2

### 5 PNEUMATICKÁ DOPRAVA

- : Pneumatische Transportanlage für Kohle (Pneumatiký dopravník pro uhlí). Stručný popis dopravního podtlakového systému, který při absolutní bezpečnosti přepravuje uhlí z nákladního vozu do zásobníku a odtud dále do topeniště kotle. 3 foto. 1958, Förderneben 8, č. 11, str. 698—699. 621.867.8 622.648 5.0
- Corney J. D.*: Fluidized handling of Fullers earth (Doprava Fullerovy hlíny fluidisací). Doprava Fullerovy hlíny v chemickém průmyslu. Vyprazdňování železničních vagonů, plnění síla a doprava hlíny k dalším zařízením. Strojní řešení tohoto způsobu dopravy. 1 foto, 1 náč. 1958, Industr. Chem. Mfr. 34, č. 406, str. 656—658. 66.096.5 5.01

### 6 VENTILÁTORY — PROUDĚNÍ

- Plöckinger F.*: Luft-Modellversuche an Axial-Saugzugventilatoren (Pokusy na modelu axiálního sacího ventilátoru). 1959, Österr. Ing.-Z. 2, č. 2, str. 62—64. 533.6.001.57:621.63 6.17:6.21
- Titov B. M.*: Regulirovanije režima raboty ventiljatorov s pnevmatičeskim pri-vodom (Regulování způsobů práce ventilátorů s pneumatickým pohonem). Regulace plynulou změnou otáček nebo použitím navzájem spojených jednostupňových ventilátorů. Regulace tryskou a škrtkicím ventilem. Zhodnocení obou způsobů. 1 náč., 2 nomogr., 1 tab. 1958, Gor. Ž., č. 4, str. 53—56. 622.4 622.002.5.08 6.4:6.43:6.41

---

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 3. Číslo 1, 1960. Vydává Čs. vědecko-technická společnost, sekce pro zdravotní techniku a vzduchotechniku v Nakladatelství ČSAV, Vodičkova 40, Praha II. Adresa redakce: Praha 15, Dvorecká 3. — Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Administrace: Poštovní novinový úřad, Jindřišská 14, Praha 3. Objednávky přijímá každý poštovní novinový úřad a doručovatel. Vychází 6 čísel ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 6.—. Předplatné Kčs 36.—, Rbl 15,20, \$ 3,80, £ 1,7,—. Tiskne Knih-tisk, n. p., závod 5, Praha-Libeň, tř. Rudé armády 171. — Toto číslo vyšlo v lednu 1960. — A-11678