

Redakční rada, nositelka ceny ČSAV 1986 za vynikající výsledky v popularizaci vědy a československého základního výzkumu

Prof. Ing. K. Hemzal, CSc. (vedoucí redaktor) — Ing. V. Bašus (výkonný redaktor) — Doc. Ing. Dr. J. Cihelka — V. Fridrich, dipl. tech. — Ing. V. Hlavačka, DrSc. — Doc. Ing. V. Chalupová, CSc. — Ing. arch. L. Chalupský — Doc. Ing. J. Chýský, CSc. — Ing. B. Jelen — Ing. L. Kubiček — Ing. Dr. M. Lázňovský — Ing. P. Leimberger — Ing. Z. Mathauserová — Ing. L. Strach, CSc. — Doc. Ing. J. Valchář, CSc.

Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4

## OBSAH

Ing. Z. Rychlík, CSc.:	K některým otázkám rozvoje čistých prostorů v ČSFR . . . . .	257
Ing. J. Langer:	Čisté boxy . . . . .	259
Ing. L. Hlaváček:	Trendy čistých prostorů v elektrotechnické výrobě . . . . .	265
Ing. V. Rybecký, Ing. E. Libiš:	Možnosti využití dvourozměrného modelování pro čisté prostory . . . . .	269
Ing. P. Kolátek, CSc.:	Dovolené hodnoty mechanického kmitání v čistých prostorech . . . . .	277
Ing. S. Trepka:	Použití techniky čistých prostorů a čistých míst ve zdravotnictví . . . . .	283
Ing. J. Bísek:	Čisté prostory pro biologicky náročné provozy . . . . .	285

## CONTENTS

Ing. Z. Rychlík, CSc.:	Some questions of the clean rooms development in Czechoslovakia . . . . .	257
Ing. J. Langer:	Clean benches . . . . .	259
Ing. L. Hlaváček:	Trends of clean rooms in electronic production . . . . .	265
Ing. V. Rybecký, Ing. E. Libiš:	The possibilities of the two-dimensional modelling utilization for clean rooms . . . . .	269
Ing. P. Kolátek, CSc.:	The allowable values of mechanical vibrations in clean rooms . . . . .	277
Ing. S. Trepka:	Clean rooms and clean places technique utilization in the health services . . . . .	283
Ing. J. Bísek:	Biologically exacting clean rooms . . . . .	285

## СОДЕРЖАНИЕ

Инж. З. Рыхлик, к. т. н.:	К некоторым вопросам развития чистых помещений в Чехословакии . . . . .	257
Инж. Ян Лангер:	Чистые боксы . . . . .	259
Инж. Л. Главачек:	Инж. Л. Главачек: Тренды чистых помещений в электронном производстве . . . . .	265
Инж. В. Рыбецки, Инж. Э. Либиш:	Возможности использования двухразмерного моделирования для чистых помещений . . . . .	269
Инж. П. Колатек:	Допускаемые величины механического колебания в чистых помещениях . . . . .	277
Инж. С. Трепка:	Применение техники чистых помещений и чистых мест в здравоохранении . . . . .	283
Инж. Й. Бисек:	Чистые помещения для биологически требовательных пространств . . . . .	285



## INHALT

Ing. Z. Rychlík, CSc.:	Zu einigen Fragen einer Entwicklung der reinen Räume in der Tschechoslowakischen Republik . . . . .	257
Ing. J. Langer:	Reine Boxen . . . . .	259
Ing. L. Hlaváček:	Tendenzen der reinen Räume in einer elektronischen Produktion . . . . .	265
Ing. V. Rybecký, Ing. E. Libiš:	Anwendungsmöglichkeiten der Zweidimensionsmodellierung für die reinen Räume . . . . .	269
Ing. P. Kolátek, CSc.:	Zulässige Werte der mechanischen Schwingung in der Räumen . . . . .	277
Ing. S. Trepka:	Anwendung der Technik von reinen Räumen und von reinen Boxen im Gesundheitswesen . . . . .	283
Ing. J. Bísek:	Reine Räume für die biologisch anspruchsvollen Räume . . . . .	285



## SOMMAIRE

Ing. Z. Rychlík, CSc.:	Quelques questions d'un développement des salles blanches dans la République Tchèque . . . . .	257
Ing. J. Langer:	Boxes blancs . . . . .	259
Ing. L. Hlaváček:	Tendances des salles blanches dans une production électronique . . . . .	265
Ing. V. Rybecký, Ing. E. Libiš:	Possibilités d'une utilisation de la simulation à deux dimensions pour les salles blanches . . . . .	269
Ing. P. Kolátek, CSc.:	Valeurs admissibles de l'oscillation mécanique dans les salles blanches . . . . .	277
Ing. S. Trepka:	Utilisation de la technique des salles blanches et des boxes blancs dans la santé publique . . . . .	283
Ing. J. Bísek:	Salles blanches pour les espaces exigeants biologiquement . . . . .	285

## K NĚKTERÝM OTÁZKÁM ROZVOJE ČISTÝCH PROSTORŮ V ČSFR\*)

ING. ZDENĚK RYCHLÍK, CSc.

Výzkumný ústav vzduchotechniky s. p. Praha

Zahrneme-li do rozvoje čistých prostorů v ČSFR posledních 27 let, lze vyvodit některá poučení. Technika čistých prostorů vznikla v souvislosti s velkým rozvojem raketové a kosmické techniky v roce 1962. Od toho dne se stává technikou s vysokým ročním objemovým nárůstem (asi o 15%). Postupně se rychle rozšiřuje sortiment výrobků a narůstá rychle i počet výrobců.

První čisté boxy byly u nás vyrobeny v roce 1967, tedy asi 4 až 5 let za vznikem této techniky ve světě. Příčinili se o to pracovníci z podniků Tesly a myslím, že to byl úspěch. Byli jsme jednou z mála zemí ve světě, která s výrobou tak včasné začala. Pak však nastává útlum. Byl to výsledek chybných rozhodnutí, jejichž přímým následkem bylo, že se hromadící požadavky na tuto techniku musely řešit dovozem. Ten narůstal ročně tak, že kolem roku 1980 dosahoval 150—180 mil. deviz. Kės ročně. Ukázka, kam vede diletantské rozhodnutí. Úplně se pomínulo to, že nové technologie se bez těchto zařízení neobejdou.

Nebudu hořekovat nad chybami minulosti. Chci dnes, kdy se skutečně znovu v této technice začíná zelenat na lepší časy, aby byla uchráněna nesmyslných rozhodnutí těch lidí, kteří se dnes staví často do role znalců, aniž k rozvoji čistých prostorů v minulosti ze svých pozic přispěli.

V čem lze spatřovat toto zelenání. Především je to velký význam typizační směrnice pro čisté prostory v elektrotechnice, která správně orientovala řady našich technických pracovníků. Očekávám, že podobnou úlohu na trochu jiné úrovni nám zajistí nový návrh normy pro aseptickou práci.

V druhé řadě je to přístup k realizaci čistých prostorů v souladu se základní strategií rozvoje čistých prostorů v ČSFR tak, jak jsem ji zveřejnil v článku ve Zdravotní technice a vzduchotechnice č. 5, 1988, str. 289—293. Na obsahu nic podstatného se zatím nemusí měnit.

O čem je však třeba se zmínit dnes, je zajištění informovanosti o vývoji čistých prostorů v západní Evropě. Jak je známo, západní Evropa by měla být od roku 1993 sjednocena a již dnes k tomu koná přípravné kroky. Přípravují se i v technice čistých prostorů, a to vydáním příslušné evropské normy pro čisté prostory. Zdá se, že hlavním aktérem v této věci je Západní Německo.

Norma VDI 2083, často i u nás citovaná, plně nevyhovuje. Poslední její část bude brzy slaviti 10. výročí svého vzniku. Proto se norma začala nově zpracovávat s tím, že se prostě rozšíří a v závažných bodech změní. Současná norma má 3 části. Poslední nový návrh má 7 částí. Ty se budou týkat již

Tab. 1.

VDI 2083 1976	VDI 2083 1988	US F.S.209D 1988	NF X 44—101 1981	BS 5295 1976	JIS B 9922 c. b.	JIS B 9920 c. r. N. 1988
—	—	—	—	—	—	1
—	0	—	—	—	—	2
—	1	1	—	—	—	3
—	2	10	—	—	—	4
3	3	100	4 000	1	3	5
4	4	1 000	—	—	4	6
5	5	10 000	400 000	2	5	7
6	6	100 000	4,000 000	3	6	8
—	7	—	—	4	—	—

\*) Příspěvky na téma „čisté prostory“ byly předneseny na stejnojmenném semináři, konaném 1. 11. 1989 v Anežském klášteře. Seminář byl organizován ZP ČSVTS s. p. Výzkumný ústav vzduchotechniky Praha a ÚOS Čistota ovzduší a prašná technika při českém výboru Komitétu pro životní prostředí ČSVTS.

nejen toho obsahu, který je obvyklý u těchto norem, ale i povrchových ploch, výrobních zařízení, výrobních médií, měřicí techniky, vybavení čisté místnosti, pracovníků v čistých prostorech.

Nelze se zabývat detaily návrhu, ale spíše podklady pro nově zpracovávanou 1. část normy VDI Vychází se z normy FED-STD-209D a japonské normy JIS B 9922 — clean bench a JIS 9920 — clean room — návrh 1988.

V tab. I je vidět, jak jsou označeny třídy čistoty v jednotlivých normách. Pod označením normy je pak uveden ročník jejich vzniku. Je zajímavé si všimnout, kolik má každá norma tříd čistoty.

— Norma VDI 2083, list I z roku 1976 má 4 třídy. Nový návrh VDI 2083, opět list I z roku 1988 má již 8 tříd.

— Norma USA je u nás neznámější a obsahuje 6 tříd, avšak to není plně charakteristické, protože lze třídy takzvaně „domlout“ mezi dodavatelem a odběratelem. Její paradox je v tom, že částice má rozměr v soustavě metrické, průtok je pak ve stopách.

— Norma francouzská zůstává na úrovni normy US F. S. 209 B. Je to dáno i rokem vzniku normy

— Norma z Velké Británie je na úrovni normy US F. S. 209 B.

— Japonské normy JIS B 9922 — čistá pracovní místa má třídy určeny z exponentu k základu 10, které se stanoví z počtu částic velikosti 1  $\mu\text{m}$  v  $\text{m}^3$ . Není známo, kdy vznikla, ale toto třídění není dnes vhodné.

— JIS B 9920 pro čisté prostory je v návrhu. Není známo, zda již byla schválena. V této normě je za základní velikost brána částice velikosti 0,1  $\mu\text{m}$  a počet je vztažen na  $\text{m}^3$ . Pak zase exponenty k základu 10 tvoří označení tříd, takže jsou zaváděny 4 nové třídy.

Ukazuje se, že vývoj nejde jednoznačně jednou cestou. Hlavně to ovlivňují nové směry ve vývoji měřicí techniky. Přechází se na počítače jednodušší s omezeným počtem kanálů pro velikostní hodnocení. Dále je to možnost měřit poměrně snadno i počty velmi malých aerosolových částic.

V Západní Evropě by chtěli tedy určitým srovnáním svých norem z jednotlivých zemí dosáhnout takového řešení, aby byl nový návrh přijatelný pro všechny země EHS.

Z uvedeného je zřejmé, že vývoj směřuje k dalším náročnějším zařízením. Tedy k aplikaci techniky čistých prostorů u takových progresivních technologických zařízení, která u nás zatím v dohledné době nelze očekávat. Má přesto smysl se s touto nejnáročnější technikou čistých prostorů u nás zabývat? Jsem toho názoru, že ano! Chtějí-li se naši výrobci zařízení pro čisté prostory úspěšně zařadit do evropského trhu, musí přejít na takové výrobky, které jsou užitečné i pro výrobní technologie na západoevropském trhu. Nelze se přizpůsobovat v technice čistých prostorů úrovni stavu výrobních technologií existujících v ČSFR. V tom vidím cestu správné podnikavosti dobrých podnikatelů.

## SEZNAM LITERATURY

- [1] Rychlík: Strategie rozvoje čistých prostorů. Zdravotní technika a vдуchotechnika 5, 1988, s. 289—293.
- [2] Bracht: Vergleich zu internationalen Normen. Přednáška 1988, Zürich, Reinraumtechnik.
- [3] US F. S. 209D, Clean Room and Work Station, Requirements. Controlled Environment, 1988.
- [4] Rychlík: Filters for sterile manufacturing plants. Filtech Conference 1989, vol. I, s. 93—101.

### ● Konference „O filtrech“

Ve srovnání s evropskou konferencí „O filtrech 1989“, konanou v Karlsruhe, NSR, je možno říci, že naše technika v soutěži se západoevropskými zeměmi není bez nadějí na úspěch. Možnosti pro uplatnění lze spatřovat v oblasti technologií, které vyžadují ochranu před bakteriálními a virovými aerosoly nebo opačně,

kde se jedná o ochranu obsluhujícího personálu před těmito aerosoly.

Kde lze spatřovat opoždění za západoevropským vývojem je oblast membránových materiálů (nikoliv papírových filtračních materiálů), zvláště pak pro náročné provozní podmínky.

Rychlík

## ČISTÉ BOXY

ING. JAN LANGER

*Výzkumný ústav vzduchotechniky s. p. Praha*

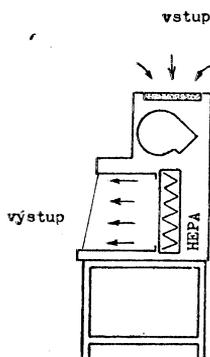
Autor nejen popisuje čisté boxy, ale podrobně si všímá i bezpečnostní zóny u bioboxů, průběhu teploty, vlhkosti a počtu částic po spuštění boxu do provozu.

*Recenzoval: Ing. Rudolf Ptáček*

### 1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Čisté boxy jsou vhodné všude tam, kde je nutné dosáhnout v malém pracovním prostoru definovanou čistotu vzduchu, dokonalý odvod vznikajících nečistot, popřípadě sterilitu prostředí. Čisté boxy jsou menší vzduchotechnické jednotky, osazené vysoceúčinnými filtry, s vlastním ventilátorem. Na rozdíl od čistých místností, které vyžadují vlastní projektové zpracování, dodávají se čisté boxy bez projektu, pouze s předpisem pro provoz, připojení a obsluhu, jako samostatné pracující jednotky. Pokud je potřebná klimatizace, musí být zajištěna v celé místnosti, ve které je umístěn čistý box.

U čistých boxů se objevuje široká paleta různých uspořádání s různými systémy proudění od úplně otevřeného až po úplně uzavřený okruh. Na *obr. 1* je jedno



Obr. 1. Schéma boxu s horizontálním prouděním.

z možných nejjednodušších provedení čistých boxů. Jedná se o box s horizontálním prouděním.

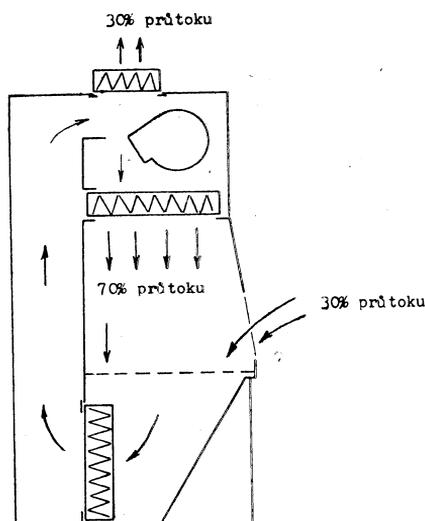
V praxi zavedené označení „laminární boxy“ neodpovídá přesně skutečnosti. Jedná se o uspořádané proudění vzduchu ve vrstvách rovnoměrnou rychlostí s mírnými turbulencemi. Toto proudění je charakterizováno spádovou rychlostí  $(0,45 \pm 0,1) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  v celém prostoru.

Čisté boxy mohou být vybaveny přívodem médií (plyn, voda, tlakový vzduch, elektrická energie), regulací průtoku vzduchu, počítačem provozních hodin, samostatným osvětlením apod.

## 2. BIOBOXY

Speciálními případy čistých boxů jsou bioboxy. Odvozují se od čistých boxů, mají však maximální nároky na kvalitu proudění i vlastní funkci, protože při selhání činnosti bioboxu mohou být ohroženy lidské životy. Bioboxy jsou určeny především pro práci při výrobě a přípravě léčiv, biopreparátů a očkovacích látek, pro manipulaci s tkáňovými kulturami, pro laboratoře mikrobiologie, molekulární genetiky apod.

Bioboxy musejí odolávat desinfekčním prostředkům, proto jejich pracovní plochy jsou obvykle v provedení nerez. Bývají rovněž vybaveny germicidní zářivkou pro předběžnou sterilizaci pracovního prostoru. Bioboxy mají speciální systém proudění



Obr. 2. Schéma bioboxu s cirkulací vzduchu. Výfuk 30% průtoku vzduchu je napojen na ventilátor.

vzduchu. Jedno z možných provedení bioboxu je schematicky uvedeno na obr. 2. Tuzemským výrobcem konkrétního provedení tohoto typu bioboxu je JZD Jesenícko se sídlem v Jeseníku nad Odrou. Biobox má označení ABX 2000.

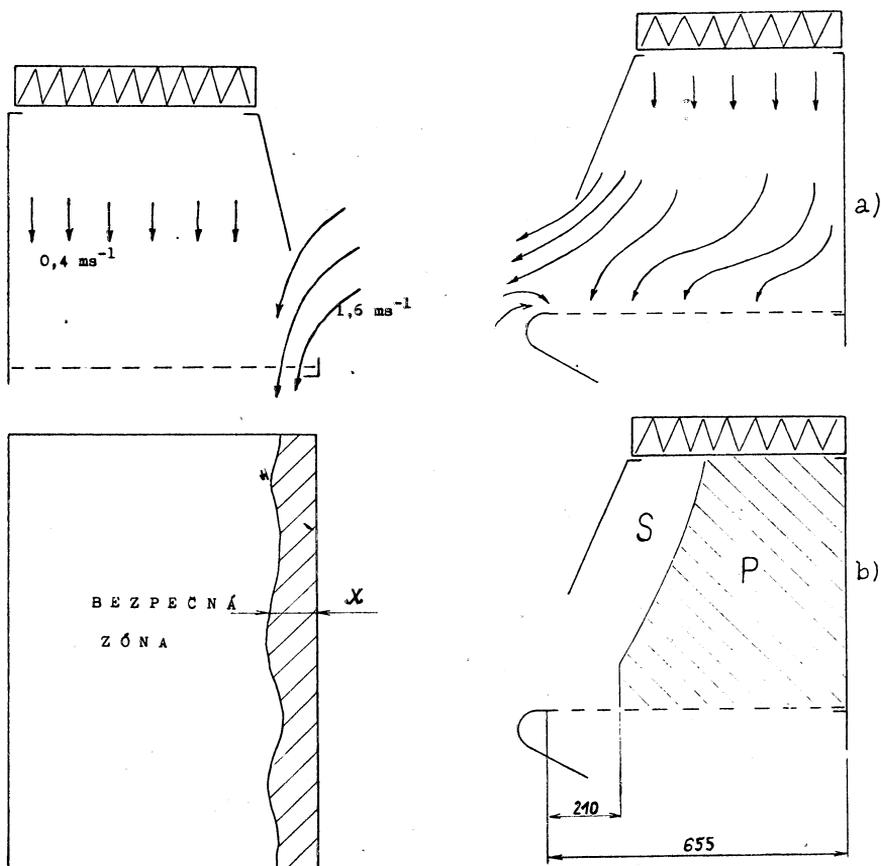
Jedná se o systém se sedmdesátiprocentní cirkulací vzduchu a s 30-ti procenty vzduchu přísávaného. Odvod přebytečného vzduchu je proveden přes vysokoúčinný HEPA filtr. Toto uspořádání zabráňuje vzniku křížové kontaminace, tzn., že nebezpečné látky uvnitř bioboxu se v žádném případě nemohou dostat vzduchovou cestou do okolního prostředí a naopak je vyloučena kontaminace vnitřního prostoru bioboxu zárodky z okolního vnějšího prostředí. Předpokladem spolehlivé funkce bioboxu jsou dokonalé vysokoúčinné filtry, absolutní těsnost bioboxu a správný systém proudění. Bioboxy musejí být po instalaci na místě použítí kontrolovány na dodržení základních parametrů, včetně dodržení nízké hodnoty hluchnosti, která nemá přesáhnout 65 dB.

Velmi důležitá je otázka správného proudění v bioboxu. Kromě rovnoměrné rychlosti ve vnitřním prostoru je nesmírně závažná i oblast rozhraní mezi pracov-

ním prostorem bioboxu a vnějším prostředím. Zvnějšku se přisává do boxu 30 % celkového objemového průtočného množství, zatímco 70 % z objemového průtoku tvoří cirkulující vzduch. Speciální perforací plochy pracovního stolu v přední části bioboxu se dosáhne rychlost přisávaného vzduchu do bioboxu, která je čtyř až pětinašobně vyšší, než je spádová rychlost proudění v bioboxu. Perforace pracovní plochy stolu současně omezuje dosah tohoto proudu vnějšího vzduchu do bioboxu.

### 3. BEZPEČNÁ ZÓNA

U bioboxů je nutné stanovit bezpečnou zónu, tj. prostor omezený hranicí, za níž je možno se stoprocentní jistotou pracovat s nebezpečnými látkami (jako jsou patogenní zárodky, toxické látky, apod.). Nejlépe uvidíme situaci na *obr. 3*.



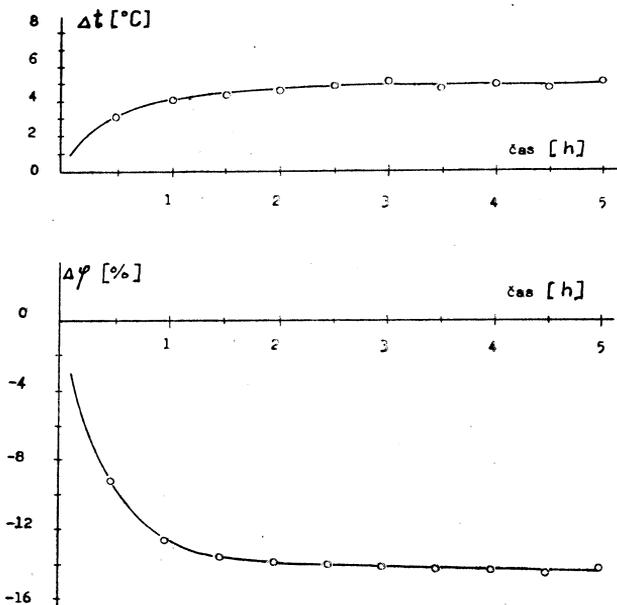
Obr. 3. K výkladu pojmu „bezpečná zóna“. Schematické znázornění nárysu a půdorysu pracovního prostoru bioboxu.

Obr. 4. Schematické znázornění proudění u boxu BPV 1200 (a), a rozdělení zón v pracovním prostoru (b).

Vnější vzduch je přisáván do bioboxu v jeho přední části a pochopitelně přináší s sebou jak prachové částice, tak kontaminující zárodky. Dosah tohoto proudu je do vzdálenosti  $x$  od přední hrany bioboxu. Veškeré částice z vnějšku jsou odvedeny tímto proudem do spodní části bioboxu a jsou potom filtrovány vysokoúčinnými filtry. Částice, uvolňující se v pracovním prostoru bioboxu z pracovní látky, nástrojů atd., jsou okamžitě odváděny uspořádaným prouděním do spodní části bioboxu a rovněž filtrovány vysokoúčinnými filtry. Pronikne-li některá částice z bezpečné zóny za její hranici, je stržena přisávaným proudem vnějšího vzduchu a odvedena do spodní části bioboxu a zachycena ve filtrech.

Bezpečná zóna se zjišťuje pomocí počítače částic, který měří koncentraci částic v prostoru. Čistota pracovního prostoru bioboxu bývá obvykle třída 100 podle FS 209d, ve zvláštních případech třída 10. To znamená, že v  $1 \text{ m}^3$  vzduchu se vyskytuje max. 3500 částic resp. 350 částic velikosti  $0,5 \mu\text{m}$  a větších. Koncentrace částic okolního nefiltrovaného vzduchu je  $10^4$  až  $10^5$ krát vyšší. Při překročení bezpečné zóny směrem ven z bioboxu prudce vzrostou početní koncentrace a prostor za bezpečnou zónou nespĺňuje podmínky příslušné třídy čistoty. U správně navržených bioboxů činí vzdálenost  $x$  (obr. 3) několik cm. Veškerá pracovní činnost v bioboxu musí probíhat v bezpečné zóně.

Je-li nesprávně řešena otázka proudění v bioboxu, může dojít k závažným chybám. Na obr. 4 je schematicky ukázáno naměřené proudění v pracovním prostoru boxu BPV 1200 firmy Debreceni Finomechanikai Vállalat, Maďarsko. Bezpečná zóna je tvořena šrafovaným prostorem „P“, není ovšem oddělena ostrým rychlostním, rozhraním jako je tomu na obr. 3. V přední části boxu z něj



Obr. 5. Časový průběh rozdílů teploty a relativní vlhkosti vzduchu v pracovním prostoru bioboxu ABX 2000 a v okolním prostředí o objemu  $208 \text{ m}^3$ .

vystupuje část proudícího vzduchu „S“. Pokud je prostor „S“ prázdný, vystupuje z boxu sterilní vzduch, pokud se ale do něj dostanou nějaké částice nebo zárodky, jsou vyneseny z boxu ven a mohou vážně ohrozit obsluhu.

#### 4. TEPLOTA A VLHKOST

Parametry teploty a vlhkosti vzduchu v pracovním prostoru boxu jsou ovlivněny chodem elektromotoru a ventilátoru. Dochází k izobarickému ohřevu vzduchu a tím i k jeho vysoušení. Vzrůst teploty a pokles vlhkosti vzduchu v boxu je výrazný zejména v počátku po spuštění boxu. Po určité době dochází k ustálení teploty i vlhkosti a vůči okolnímu vzduchu je možno naměřit konstantní rozdíl. Na obr. 5 je vidět průběh rozdílů teploty a vlhkosti vzduchu v boxu a okolí v závislosti na čase pro konkrétní biobox ABX 2000, umístěný v místnosti o objemu 208 m<sup>3</sup>. Ustálení nastává po 2 hodinách chodu boxu.

#### 5. SEKUNDÁRNÍ ČIŠTĚNÍ

Je-li čistý box umístěn v místnosti, která má zavřena okna a dveře a není vybavena žádnou filtrací vzduchu, dochází vlivem chodu boxu k čištění této místnosti. Vzduch se totiž z místnosti nasává do boxu a dokonale vyčištěný se vrací zpět do místnosti, a to buď celé množství, nebo část objemového průtoku v případě cirkulace vzduchu. Pokles koncentrace částic v místnosti může být značný. Záleží na objemu místnosti a délce chodu čistého boxu, přítomnosti lidí a charakteru jejich činnosti v místnosti.

Jako příklad je uvedeno v tab. 1 snížení koncentrace částic velikosti  $\geq 0,5 \mu\text{m}$  v místnosti při chodu bioboxu ABX 2000, bez přítomnosti lidí. Objem místnosti je 208 m<sup>3</sup>.

Tab. 1. Snížení koncentrace částic velikosti  $\geq 0,5 \mu\text{m}$  při chodu bioboxu

Čas [h]	0	1	2	3	4	5
Počet částic v 1 litru vzduchu	27 000	19 000	12 000	9 000	7 000	5 500
Vyjádření v %	100	70	44	33	26	20

Provoz čistých boxů může tedy přispět k dosažení požadované třídy čistoty v okolí boxů na pracovištích, v nichž jsou umístěny.

#### 6. ZÁVĚR

V příspěvku jsou velice stručně uvedeny některé poznámky, týkající se provozu čistých boxů, zejména jejich varianty — bioboxů. Nejdůležitější je zde vytvoření bezpečné zóny, která je svázána jak s kvalitou vysokoúčinné filtrace, tak i se

správným systémem proudění a profesionálně dokonale provedením celého boxu.  
Z hlediska ekonomického představují čisté boxy optimální řešení malých čistých prostorů.

#### SEZNAM LITERATURY

- [1] ČSN 12 5311 (ST SEV 3786-82). Čisté boxy a čisté kabiny s laminárním prouděním vzduchu. Typy a základní technické požadavky. ÚNM, Praha, 1985.
- [2] BS 5726 Specification for Microbiological safety cabinets. BSI, London, 1979.
- [3] FED-STD-209D Clean Room and Work Station. Federal Standard USA, GSA, Washington 1988.
- [4] *Rychlík, Langer*: Výzkum a vývoj materiálů a zařízení pro čisté prostory. Zpráva VÚV, Praha, 1981.
- [5] Prospektové materiály BIOBOX ABX 2000, JZD Jesenicko, Jeseník nad Odrou, 1989.

#### ЧИСТЫЕ БОКСЫ

*Инж. Ян Лангер*

Автор описывает чистые боксы и занимается также подробно предохранительной зоной биологических боксов, температурной характеристикой, влажностью и числом частиц после запуска бокса.

#### CLEAN BENCHES

*Ing. Jan Langer*

The author describes not only clean benches but he also gives heed to the safety zone of the clean benches, temperature course, humidity and number of the particles after putting the bench into operation.

#### REINE BOXEN

*Ing. Jan Langer*

Der Autor beschreibt nicht nur die reinen Boxen, aber ausführlich macht er aufmerksam auf eine Sicherheitszone bei den Bioboxen, auf einen Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf und auf eine Partikelzahl nach der Einführung einer Box in Betrieb.

#### BOXES BLANCS

*Ing. Jan Langer*

L'auteur décrit les boxes blancs non seulement mais en détail, il s'aperçoit d'une zone de sécurité auprès des bioboxes, d'un cours de la température et de l'humidité et d'une quantité des particules après la mise d'un box en exploitation.

## TRENDY ČISTÝCH PROSTORŮ V ELEKTRONICKÉ VÝROBĚ

ING. LUBOMÍR HLAVÁČEK

ELEKTROPROJEKTA PRAHA, ROŽNOV s. p.,

S přihlédnutím k současným trendům zvyšovat hustotu a stupeň integrace v technologii výroby integrovaných obvodů v pevné fázi, článek shrnuje základní aspekty řešení čistých prostorů v elektronické výrobě.

Recenzoval: Ing. Rudolf Ptáček

Elektronika jako nosný obor světového vědeckotechnického pokroku prochází od nástupu polovodičů a zejména integrovaných obvodů v pevné fázi trvalým bouřlivým vývojem. Kromě základních objevů v konstrukci a technologii probíhá vývoj integrovaných obvodů evoluční cestou zvyšování hustoty a stupně integrace. V této souvislosti vyvolává elektronika trvalý a určující tlak na rozvoj podpůrných oborů a tedy samozřejmě i na techniku čistých prostorů. Techniku čistých prostorů vidíme v této souvislosti nejenom z pohledu vzduchotechniky, ale i z pohledu ostatních aspektů jako flexibility řešení, technologie a technologických zařízení, transportu a manipulace, chování osob atd. Úspěšný výrobce mikroelektroniky (ostatně jako každý výrobce) musí při svých projektech uvažovat o řadě faktorů, ovlivňujících ekonomiku provozu. V elektronice půjde zejména o:

- nabídku špičkového výrobku v takové době, kdy konkurenční výroba dosud neklesá v ceně,
- zabezpečení špičkové technologie s možností časté inovace technologických zařízení,
- řešení čistého prostředí se zřetelem na dosažení nízké ceny čipu cestou vysoké výtěžnosti.

Třetí zmíněný faktor je pro elektroniku obecně nejdůležitější. Výroba mikroelektroniky a zejména typu VLSI se ve srovnání se standardními výrobami totiž vyznačuje tím, že ekonomie je ovlivňována především výtěžností procesu a tato zase především čistotou prostředí. Snižování nákladů tradičními cestami úspor ve výrobě nemá v elektronice své místo. Je třeba ovšem říci, že náklady investované do oblasti čistoty prostředí znamenají samozřejmě zvýšení nákladů na vyrobený čip.

Zkušebnosti výrobců mikroelektroniky ale svědčí o tom, že náklady investované do této oblasti mají vysokou návratnost, zlepšení výtěžnosti v konečném efektu roste rychleji a náklady na čip se výrazně snižují.

Obecné trendy v mikroelektronice jsou deklarovány zvyšováním stupně a hustoty integrace, tj. zvětšováním rozměrů čipů při současném zvyšování složitosti výroby a zmenšováním rozměrů kritických detailů. Konkrétní vyjádření těchto trendů, vyplývající z vyhodnocení stavu špičkovými výrobci v daném čase vyjadřuje následující tabulka: na str. 266.

Československo v této oblasti bohužel nemůžeme počítat mezi špičkové výrobce, časovou osu je pro naše poměry třeba posunout o známých asi 10 let zaostávání. Tento nepříznivý stav ovšem nic nemění na zákonitosti trendů.

Podívejme se nyní na tabulku z pohledu našeho zájmu:

Na druhém řádku vidíme, že se plocha čipu s časem lineárně zvětšuje. Mluvíme-li o výtěžnosti jako určujícím ekonomickém parametru, je nasnadě, že chceme-li dosáhnout alespoň výtěžnosti, tj. vyrábět minimálně se stejnou ekonomikou, musíme zabezpečit výrobní proces s kompenzujícím trendem hustoty defektů.

	1970	1975	1980	1985	1990
Typový představitel pamět RAM	64	4K	64K	1M	4M
Plocha čipu [mm <sup>2</sup> ]	10	30	50	80	100
Počet základních technologických kroků	10	15	20	30	50
Počet maskovacích úrovní	6	8	10	12	14
Kritický detail [μm]	5	3,5	2,5	1,5	0,7

Zde říkám záměrně výrobní proces, protože stále musíme vidět čistý prostor v celém komplexu, tj. včetně zařízení, osob, chemikálií atd.

Druhý a třetí řádek tabulky naznačuje růst složitosti výrobního procesu. Nové konstrukční principy, nová zařízení, rostoucí parametrické požadavky uživatelů mikroelektronických součástek jsou namátkově vybrané důvody, které vedou ke zvyšování složitosti výroby. Co to pro nás znamená? Především se prodlužuje doba, po kterou je polotovar (tj. křemíková deska) vystaven kontaminaci. Zvětšuje se počet manipulací, rozšiřuje se sortiment používaných materiálů, roste provozní náročnost se svými negativními vlivy servisu, řízení apod. To všechno jsou vlivy, které musí opět technika čistých prostorů kompenzovat.

Zejména pokroky v litografických technikách umožňují konstruktérům integrovaných obvodů využívat stále jemnější návrhová pravidla. Pod údaje na řádku 5 bychom tak mohli napsat: kontaktní litografie, projekční litografie 1 : 1, 1 : 5, rentgenová, popřípadě elektronová litografie. Tento trend ovšem znamená současně, že degradační vliv mají postupně i rozměrově menší kontaminace. Exaktní vyčíslení korelace je zde velmi obtížné, v polovodičové praxi se však běžně akceptuje pravidlo nebezpečnosti částic o rozměrech 1/10 nejmenšího detailu struktury. Situace je zde o to horší, že menší částice se v technologii obtížněji odstraňují. Technologové jsou tak nuceni řešit účinnější mycí postupy právě se zřetelem na odstranění malých částic. Praktický dopad malých částic ilustruje i Federální standard 209:

*Jestliže do třídy 1000 jsme vystačili se sledováním částic 0,5 μm, třída 100 už kontroluje částice 0,2 μm a třída 10 částice 0,1 μm.*

Dále je nutno uvést některé další aspekty, které trendy rozvoje mikroelektroniky v komplexním pohledu vyžadují od čistých prostorů.

### 1. Flexibilita

Úspěšná konkurenceschopná výroba mikroelektroniky vyžaduje neustále držet krok s rozvojem technologie a technologických zařízení. Z toho vyplývá nezbytnost řešení čistých prostor tak, aby umožňovaly inovovatelnost technologií a technologických zařízení v celém časovém období, bez přerušení ostatních operací v čistém prostoru a bez závažných dopadů na jejich výtežnost.

### 2. Prostorová rezerva

S předchozím požadavkem flexibility souvisí i požadavek prostorové rezervy. S časem se zvyšuje počet technologických kroků — je třeba instalovat nová zařízení. Vyšší generace zařízení často má vyšší požadavek na zastavěnou plochu. Vzhledem k tomu, že stavba přežije několik inovací, musí vnitřní řešení čistých prostorů počítat s prostorovou rezervou.

### 3. Řízení výroby

Tak, jak se zvyšuje složitost výrobního procesu, zvyšuje se i složitost operativního řízení. Provozy třídy 1000 resp. lepší, se už samozřejmě nesnášejí s papírovou agendou. Požadavek terminálové sítě ASŘ je u nových prostorů nezbytný.

### 4. Osoby

Technický a obsluhující personál je nepominutelnou součástí čistých prostorů, v případě vyšších tříd pak dokonce z hlediska generace částic součástí velmi významnou. Adekvátní čistý oděv je samozřejmostí, málo se však mluví o adekvátní pracovní kázní, chování, pohybu, manipulaci apod. Školení personálu v tomto smyslu je nezbytné.

### 5. Robotizace

Zdá se, že robotizace, alespoň ve smyslu plně automatizovaných provozů, nemá v mikroelektronice takové uplatnění, jako třeba ve strojírenských provozech. Mluví pro to zejména požadavek flexibility, tj. časté inovace technologických kroků, ale i to, že manipulované polotovary mají vesměs nepatrnou hmotnost. Trendy směřují spíše k inteligentním programovatelným zařízením, vlastní manipulace pak je prováděna operátory za pomoci standardních interfejsů a transportních boxů (SMIF).

## ZÁVĚR

Jistě zdaleka ne vyčerpávajícím způsobem jsem se pokusil nastínit problémy čistých prostorů tak, jak je současná i budoucí mikroelektronická výroba potřebuje. Jedná se o problémy mnohostranné, jejich úspěšné řešení si lze představit jen na široké bázi poznání a zkušeností a za účinné spolupráce výzkumných pracovníků, projektantů, pracovníků investorů, inženýringu i dodavatelů.

## LITERATURA

- 1] *Burnet*: World Class Contamination. Control Practices (Semiconductor International 4/88).
- 2] *Isaac*: Technical Trade-Off Issues in Clean Room Design (Solid State Technology Dec./86).
- 3] *Murray*: The Technology of Clean Room Design (Semiconductor International Nov./86)..

## ТРЕНДЫ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В ЭЛЕКТРОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Инж. Лубомир Главачек*

Статья резюмирует основные аспекты решения чистых помещений в электронном производстве принимая во внимание современные тренды повышать плотность и степень интеграции в технологии производства интегрирующих цепей в твердой фазе.

## TRENDS OF CLEAN ROOMS IN ELECTRONIC PRODUCTION

*Ing. Lubomír Hlaváček*

The article deals with the basic aspects of the clean rooms design in electronic production with regard to the present trends to increase the density and the integration level in the production technology of the integrated circuits in the solid phase.

## TENDANCES DES SALLES BLANCHES DANS UNE PRODUCTION ÉLECTRONIQUE

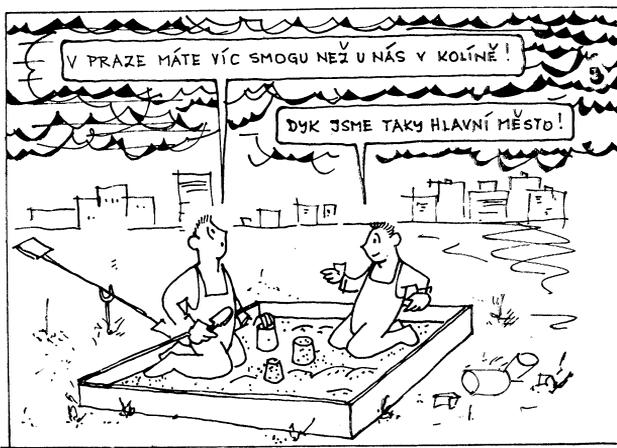
*Ing. Lubomír Hlaváček*

L'article présenté résume les aspects fondamentaux de la solution des salles blanches dans une production électronique au regard des tendances contemporaines d'augmenter la densité et le degré d'intégration dans la technologie d'une production des circuits intégrés dans la phase solide.

## TENDENZEN DER REINEN RÄUME IN EINER ELEKTRONISCHEN PRODUKTION

*Ing. Lubomír Hlaváček*

Mit Rücksicht auf die gegenwärtigen Tendenzen die Dichtigkeit und den Integrationsgrad in der Produktionstechnologie der Integrierkreise in fester Phase zu erhöhen fasst der Artikel die Grundstandpunkte der Lösung der reinen Räume in einer elektronischen Produktion zusammen.



*Frdrich*

## MOŽNOSTI VYUŽITÍ DVOUROZMĚRNÉHO MODELOVÁNÍ PRO ČISTÉ PROSTORY

ING. VLADIMÍR RYBECKÝ, ING. EMIL LIBIŠ

*Výzkumný ústav vzduchotechniky, s. p., Praha*

Autoři popisují aplikaci využití dvourozměrného modelování v praxi Výzkumného ústavu vzduchotechniky. Jedná se o modelování proudění ve vodním kanále. S úspěchem, který umožňuje jednoduchá úprava modelu, lze nalézt optimální řešení proudění vzduchu v čistých prostorech.

*Recenzoval: Ing. Rudolf Ptáček*

K modelování proudění vzdušnin přistupujeme v případech, kdy na díle není možné provést potřebná měření, vizualizaci a popřípadě odzkoušet navržené změny. Důvodem může být např. velikost díla, nepřístupnost vzduchových cest, nemožnost měření za provozu, dosud nerealizované dílo, relativně snadné provádění úprav modelu apod.

Každé modelování je přibližné, protože v zásadě vyžaduje, aby model nebyl nákladný a současně aby na něm bylo možno provést potřebné zkoušky dostatečně přesně. Tyto dva požadavky jsou většinou protichůdné a je třeba volit určitý kompromis. Z ekonomického hlediska se snažíme u dvojrozměrného modelování na vodním kanálu použít model co nejjednodušší, u něhož některé méně podstatné veličiny, ať geometrické nebo funkční, zanedbáváme. Je to např. drsnost povrchu, vliv stlačitelnosti prostředí při pomalém proudění, vliv konečných rozměrů hladiny apod.

Modelové zákonitosti jsou uvedeny v literatuře.\*)

Potřeby praxe si vynutily realizování metod dvojrozměrného modelování proudění s vizualizací, založených na zavádění částic do tekutiny. Pro vizualizaci proudění kapalin se používá:

- částic, tvořících souvislá vlákna, např. barviv,
- částic, netvořících souvislá vlákna, např. hliníkový prach, lycopodium apod.

Metoda dvojrozměrného modelování má charakter kvalitativní a její výsledky v některých složitějších případech slouží pro návrh modelu trojrozměrného, aerodynamického, na kterém je pak možno měřicími přístroji studovat proudové poměry prostorového proudění.

Omezení dvojrozměrné metody je dáno jednak rozměrem modelovací plochy asi  $0,88 \times 1,9$  m vodního kanálu ve VÚV, jednak rychlostí vody v kanále max.

\*) Pro mechanickou podobnost proudění nestlačitelné tekutiny za účinku sil vazkosti je odvozen požadavek stejné velikosti Reynoldsova čísla pro model a dílo  $Re = vl/\nu[-]$ .

Je to podíl součinu charakteristické rychlosti a charakteristického rozměru a kinematické vazkosti. Za předpokladu geometrické podobnosti budou dvě uvažovaná proudění vazkých tekutin tehdy fyzikálně podobná, budou-li vykazovat stejná  $Re$  čísla. Z výrazu pro  $Re$  vyplývá, že při zmenšení modelu  $n$ -krát, musí být rychlost proudění při zachování stejného prostředí zvětšena  $n$ -krát, aby byla zachována rovnost  $Re$  modelu a díla. Proto pro některé metody modelování se s výhodou využívá záměna prostředí, v našem případě voda namísto vzbuchu. Kinematická vazkost závisí od teploty a tlaku. U kapalin s teplotou klesá, u plynů stoupá. Voda má za normální teploty kinematickou vazkost asi 15krát menší než vzduch a tudíž u modelu velikosti 1 : 1 lze modelovat proudění vodou o rychlosti 1/15 rychlosti vzduchu na díle.

0,25 m . s<sup>-1</sup>, kdy ještě nedochází k tvoření povrchových kapilárních vln, jež zkreslují výsledky. Z toho vyplývá, že při větších zmenšeních modelu nebo větších rychlostech proudění vzduchu na díle nelze dosáhnout požadované shodnosti *Re* čísel. Ve většině případů, kterými se ve VÚV zabýváme, lze pracovat v oblasti automodelnosti, kdy *Re* modelu může mít nižší, ale určitou minimální hodnotu, aniž by se projevil vliv na charakteristice proudění.

Vlastní zviditelňování — vizualizace — vychází z předpokladu, že jde-li o proudění stacionární, tj. časově ustálené, nemění se tvar proudnic s časem a proudnice jsou totožné s trajektoriemi částic v tekutině. Proto rozprášené částice na hladině nebo vlákna zbarvené tekutiny veváděná pod hladinu po vyfotografování zanechají stopy ve tvaru proudnic. Pro naše potřeby vyhovuje snímkování hliníkových částic expozicemi asi 1/4 s, barevných vláken asi 1/100 s. K měření rychlosti je možno využít buď kratších expozic řidčeji rozptýlených částic, nebo měření přístrojem se žhaveným elementem. Ve VÚV lze využít aparatury DISA (DANTEC) 55M s tzv. filmovou sondou pro měření rychlostního pole kapalin.

Ve většině případů však vystačíme s kvalitativním vyhodnocením záběrů proudění modelem, kdy můžeme porovnávat např. vliv různých tvarů vestaveb apod.

V naší praxi se většinou vyskytuje modelování proudění při protékání vzduchu elementem nebo potrubním systémem a tomuto vyhovuje stojící model s protékající vodou. Tomu také odpovídá konstrukce našeho kanálu. Při použití *Al* prachu se modely natírají černou matovou barvou a pro zlepšení kontrastu se protékající voda tónuje černou anilínovou barvou. Při metodě souvislých vláken se modely natírají barvou bílou.

S ohledem na již zmiňované výhody dvourozměrného modelování bylo rozhodnuto ověřit možnosti využití této metody při řešení problematiky proudění vzduchu v čistých prostorech. Jednalo se o proudění v prostoru s čistým nástavcem. Stropními výstřky rozměru 0,6 × 0,6 metru je přiváděn vzduch rychlostí 0,46 m . s<sup>-1</sup>. Odvod vzduchu byl v bočních stěnách u podlahy otvory, zaručujícími rychlost 2,0 m . s<sup>-1</sup>.

Z řady variant byly vybrány dvě, které v mezích daných rozměry vodního kanálu VÚV umožnily porovnat proudění pro krajní hodnoty výšky prostoru, a to 3 a 5 m s roztečí stropních výstřek 2 resp. 1,55 m.

Pro dílo je ve výustce

$$Re = \frac{0,46 \cdot 0,6}{15 \cdot 10^{-6}} = 1,84 \cdot 10^4.$$

Protože jde o výtok proudu vzduchu do prostoru, jedná se při této hodnotě *Re*-čísla o turbulentní proudění. Tato hodnota ale není dostatečně velká, aby bylo možno proudění považovat za automodelní (obvykle se uvažuje hranice *Re* = 10<sup>5</sup> až 10<sup>6</sup>). Proto je nutno dodržet i na modelu v maximální možné míře hodnotu *Re* díla. Při zvoleném měřítku 1 : 7,5, umožňujícím maximální využití plochy kanálu, a střední rychlosti proudu vody ve výustce 0,225 m . s<sup>-1</sup> je

$$Re = \frac{0,225 \cdot 0,08}{1 \cdot 10^{-6}} = 1,8 \cdot 10^4.$$

Modelování tedy bylo při prakticky stejné hodnotě *Re*-čísla se zachováním geometrické podobnosti. Stejným způsobem bylo nutno přepočítat střední rychlosti proudění ve volném prostoru a v odvodních otvorech pro obě ověřované varianty. Vypočtené hodnoty byly nastaveny pomocí zabudovaného průtokoměru v přívodu

vody do kanálu a systému hradítek, vytvářejícímu potřebný rozdíl výšky hladin. Během modelování pak byla průběžně kontrolována výška hladiny v jednotlivých prostorech.

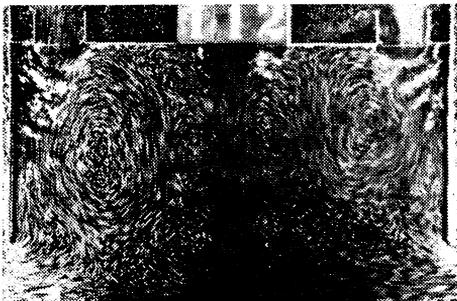
Modelové zkoušky měly prokázat možnosti při určování:

1. Průběhu proudění v prostoru.
2. Vyplnění prostoru proudícím médiem.
3. Vzdálenost působení vstupního proudu.
4. Vliv děrovaného plechu ve vstupu.
5. Obtékání překážek v prostoru (např. pracovního stolu).
6. Stanovení oblastí bez proudění a možnosti jejich odstranění.

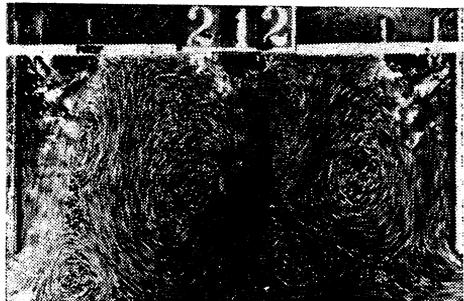
#### 1. Minimální výška stropu odpovídající 3 m na díle

V základním provedení (*obr. 1*) proud z vyústek vyplňuje celý prostor. Část vzduchu se po dosažení podlahy vrací vzhůru do prostoru mezi vyústkami. Z porovnání několika záběrů je vidět, že tento proces není ustálený a dochází k neustálému pohybu zavířených oblastí prostorem. Umístění děrovaného plechu ve vyústkách (*obr. 2*) nemá na průběh proudění v prostoru podstatný vliv. Rovněž se neprojeví ani umístění děrovaného plechu v malé vzdálenosti od stropu (*obr. 3*).

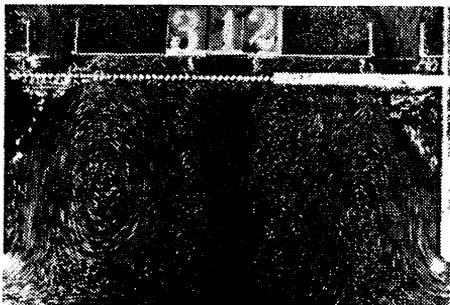
Umístění pracovního stolu v tomto prostoru (*obr. 4*) nepůsobí potíže, neboť i pod deskou stolu podél podlahy dochází k intenzivnímu proudění. Toto proudění je ale zanedbatelně menší u vyústek s děrovaným plechem (*obr. 5*).



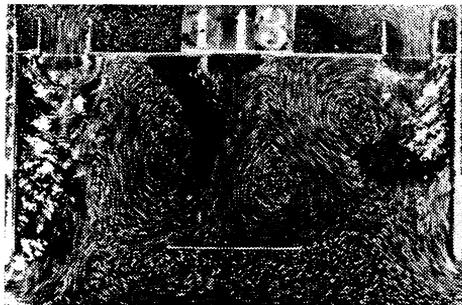
Obr. 1.



Obr. 2.



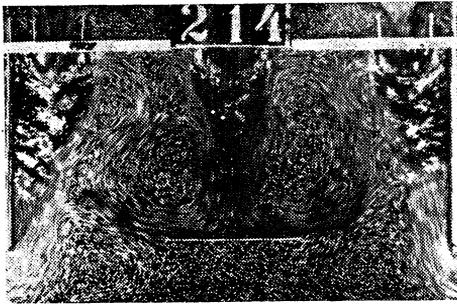
Obr. 3.



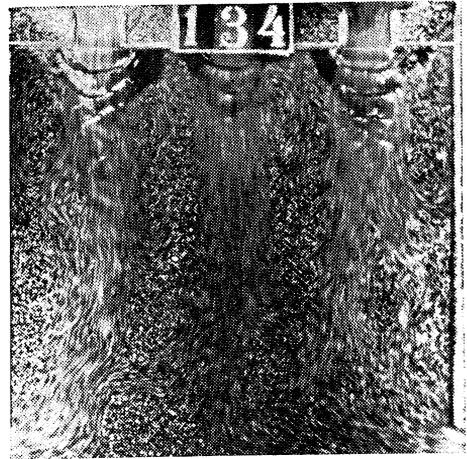
Obr. 4.

## 2. Výška stropu odpovídající 5 m na díle

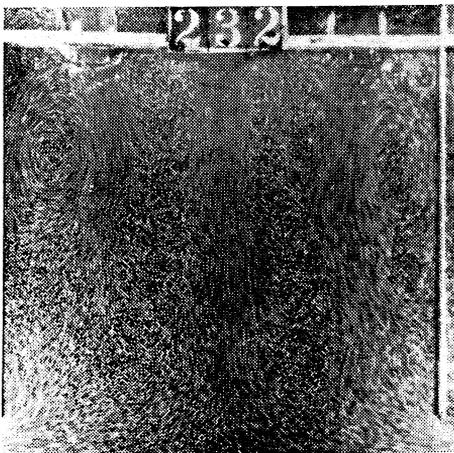
U základního provedení (obr. 6) proud z vyústky dosahuje až k podlaze a odtud přímo odchází ven. Z porovnání několika po sobě následujících záběrů je vidět, že v oblasti mezi jádry proudů z vyústek dochází k pozvolnému pohybu zavířených oblastí a nevyskytují se oblasti trvale bez proudění. Použití děrovaného plechu (obr. 7) částečně zvýrazňuje rozdíl mezi jádry proudů z vyústek a zavířenými oblastmi, ale celková charakteristika proudění se výtazně neliší. Při umístění děrovaných plechů v malé vzdálenosti za vyústkami (obr. 8) se dále zužuje jádro



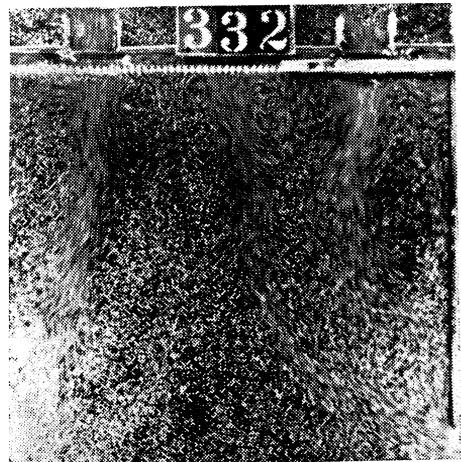
Obr. 5.



Obr. 6.

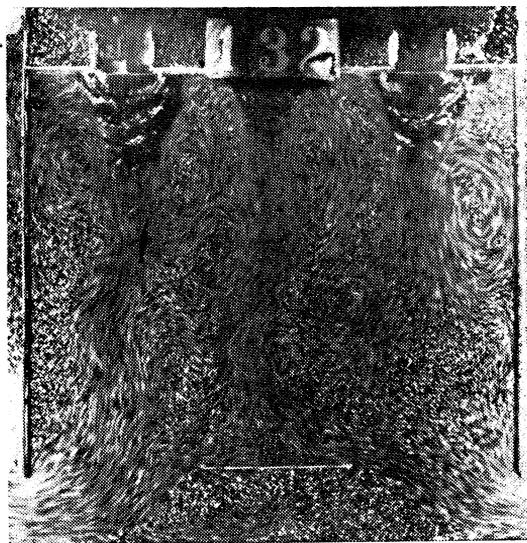


Obr. 7.

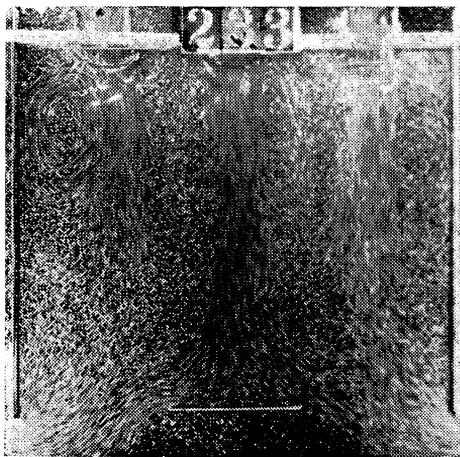


Obr. 8.

proudu, ale ani zde nejsou oblasti bez proudění. Při umístění pracovního stolu do prostoru (*obr. 9*) dochází k pozvolnému proudění pod deskou stolu. U vyústek s děrovaným plechem (*obr. 10*) dochází k občasnému odtržení víru, který projde prostorem pod deskou stolu. V mezidobí zde proudění není.



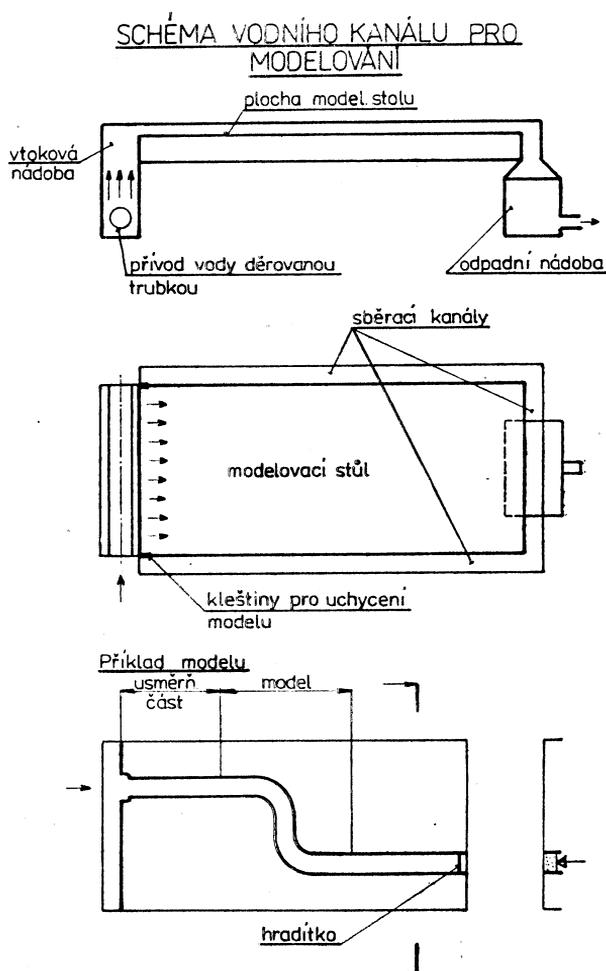
Obr. 9.



Obr. 10.

### 3. Další varianty

Kromě vyobrazených případů byly ověřovány ještě další varianty. Jednalo se zejména o posunutí polohy desky pracovního stolu vůči vyústce. Posunutím stolu lze podstatně zlepšit proudění v oblasti pod deskou stolu. Obdobným způsobem lze takto v řadě případů snadno zaručit proudění pod překážkami jiného typu. Rovněž byly ověřovány případy s mírnou změnou rychlosti proudění proti požadavku vyplývajícímu ze shody hodnot  $Re$ -čísel. Při malých změnách nedochází k velkým odchylkám v charakteru proudění ve volném prostoru, ale při větších změnách, a to jak s vyšší, tak i s nižší rychlostí, jsou odchylky již značné. Obtékání těles (pracovního stolu) se podstatně mění již při malých změnách rychlosti (proudění pod deskou většinou zcela ustává).



Obr. 11.

## Závěr

Metodika modelování proudění na dvourozměrných modelech ve vodním kanále (schéma vodního kanálu ve VÚV je na obr. 11) je použitelná při řešení všech uvedených oblastí problematiky proudění v čistých prostorech. Na rozdíl od běžných zkoušek na vodním kanále je ale postup náročnější a je nutno přísně dodržovat zásady fyzikální podobnosti, tj. maximální shody  $Re$ -čísel. S úspěchem pak lze nalézt optimální tvarování a umístění předmětů tak, aby byly dodrženy zásady proudění vyžadované v čistých prostorech.

## LITERATURA

- [1] *Kožešník*: Fyzikální podobnost a stavba modelů. JČMF, Praha, 1948.
- [2] *Řezníček*: Visualisace proudění. Academia, Praha, 1972.
- [3] *Smetana*: Hydraulika. Academia, Praha, 1957.
- [4] *Bašus + kol.*: Příručka měřicí techniky. SNTL, Praha, 1965.
- [5] *Ježek, Hemzal*: Snížení vstupní ztráty potrubí. Strojírnoství 13, 1963, č. 7.
- [6] *Libiš*: Vodní kanál pro modelování dvojrozměrného proudění. Zpráva VÚV Praha, č. Z-71-716.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХРАЗМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

*Инж. Владимир Рыбецкий, Инж. Эмил Либис*

Авторы описывают применение двухразмерного моделирования на практике в Научно-исследовательском институте воздухоплавания. Речь идет о моделировании течения в водном канале. С успехом которой позволяет простая переделка модели можно найти оптимальное решение течения воздуха в чистых помещениях.

## THE POSSIBILITIES OF THE TWO-DIMENSIONAL MODELLING UTILIZATION FOR CLEAN ROOMS

*Ing. Vladimír Rybecký, Ing. Emil Libiš*

The application of the practical two-dimensional modelling utilization in the Air Engineering Research Institute is described by the authors there. The question is the flow modelling in the water channel. It is possible to find successfully the optimum solution of the air flow in clean rooms by the simple modification of the model.

## ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN DER ZWEIDIMENSIONSMODELLIERUNG FÜR DIE REINEN RÄUME

*Ing. Vladimír Rybecký, Ing. Emil Libiš*

Die Autoren beschreiben die Anwendungsapplikation der Zweidimensionsmodellierung in der Praxis des Forschungsinstituts der Lufttechnik. Es handelt sich um die Strömungsmodellierung in einem Wasserkanal. Mit dem Erfolg, den die einfache Zubereitung eines Modells ermöglicht, ist es möglich die Optimallösung der Luftströmung in den reinen Räumen zu finden.

## POSSIBILITÉS D'UNE UTILISATION DE LA SIMULATION À DEUX DIMENSIONS POUR LES SALLES BLANCHES

*Ing. Vladimír Rybecký, Ing. Emil Libiš*

Les auteurs décrivent l'application d'une utilisation de la simulation à deux dimensions dans la pratique de l'Institut de recherches du technique aéronautique. Il s'agit de la simulation de l'écoulement dans un canal d'eau. Il est possible de trouver la solution optimale de l'écoulement de l'air dans les salles blanches avec le succès que le traitement simple d'un modèle permet.



## ING. RUDOLF PTÁČEK — 60 LET

*Zdá se to nedávno, kdy náš přítel Ing. R. Ptáček absolvoval vysokou školu a přitom od té doby uplynulo již více než třicet roků a je tu jeho životní výročí.*

*Narodil se 4. listopadu 1930 v Praze. Po absolvování vyšší průmyslové školy v Betlémské ulici v Praze I a odsloužení dvouleté základní vojenské služby se zapsal strojní fakultu ČVUT, kterou ukončil obhajobou v roce 1958. Již během studií se zaměřil na obor větrání a klimatizace (specializace se tehdy jmenovala „Zdravotní technika a vzduchotechnika“). V letech 1967–1968 absolvoval na strojní fakultě postgraduální kurs „Vysokotlaká klimatizace“.*

*Po absolvování vysoké školy nastoupil Ing. Ptáček jako vzduchotechnik do Keramo-projektu v Praze, kde pracoval téměř deset roků. Končil tam ve funkci vedoucího střediska a jako člen technické rady ústavu. Po rozšiřování projektového oddělení v závodě Janka přešel jako vedoucí projektant na pracoviště v Malešicích, kde nyní pracuje jako vedoucí střediska. Stal se postupně našim špičkovým projektantem. Je autorem celé řady významných projektů větracích a klimatizačních zařízení, která pracují nejen u nás, ale i v zahraničí.*

*Nejužší osobní styky s Ing. Ptáčkem jsme však měli při práci v Komitétu pro životní prostředí a nyní v přípravném výboru Společnosti pro techniku prostředí. Ing. Ptáček pracuje ve vědeckotechnické společnosti od roku 1957, a to zpočátku v městském výboru a od roku 1966 do dneška v ústředním orgánu jako hospodář.*

*Do dalších roků přejeme Ing. Ptáčkově, aby si nadále udržel svou aktivitu a aby mohl ve zdraví vykonávat práce, přinášející mu uspokojení a společnosti prospěch.*

**Redakční rada ZTV**

**Přípravný výbor Společnosti pro techniku prostředí**

# DOVOLENÉ HODNOTY MECHANICKÉHO KMITÁNÍ V ČISTÝCH PROSTORECH

ING. PETR KOLÁTEK, CSc.

*Výzkumný ústav vzduchotechniky, s. p., Praha*

Pro čisté prostory byly, podle nároku na přesnost, kvantifikovány dovolené amplitudy výchylky rušivého mechanického kmitání. Jsou uvedeny hlavní možné zdroje kmitání a kritéria, která je nutno sledovat při realizaci čistých prostorů a dále návrh opatření, která umožní dodržet dovolené hodnoty výchylek rušivého mechanického kmitání.

*Recenzoval: Ing. Rudolf Ptáček*

## 1. ÚVOD

Čisté prostory nacházejí široké uplatnění v medicíně, mikrobiologii a v průmyslu při zavádění nových technologií. Použití těchto zařízení umožňuje vyrábět výrobky srovnatelné se světovou úrovní, zachraňovat lidské životy a další aplikace.

Malé objemy čistých prostorů se realizují tak zvanými boxy. Střední objemy tvoří jedna nebo více místností. Pro zajištění celých technologických provozů jsou nutné čisté prostory srovnatelné s velikostí budov nebo výrobních hal.

Pro každý technologický provoz, průběh experimentu nebo prostor pro léčení vyplývají určitá kritéria, která musí čisté prostory splňovat z hlediska rušivého mechanického kmitání.

Například při výrobě polovodičů se pracuje se strukturami s rozměrem 1  $\mu\text{m}$ . V mikrobiologii je rozptyl rozměrů objektů ještě vyšší.

Z rozměrů nejmenších struktur vyplývají i dovolené hodnoty amplitud výchylek mechanického kmitání. Při nenáročných aplikacích se požaduje, aby amplituda výchylky rušivého mechanického kmitání byla nejméně třikrát menší než nejmenší rozměr objektu, se kterým se pracuje. Avšak k dosažení dobré reprodukovatelnosti a tedy i výtěžnosti je nutné, aby amplitudy výchylky rušivého mechanického kmitání byly nejméně desetkrát a více menší než nejmenší rozměry struktury objektu.

Dále uváděná opatření se týkají čistých prostorů s extrémními nároky na velmi malé rozměry objektů a struktur, řádově jednotky  $\mu\text{m}$ , se kterými se v čistých prostorech pracuje.

## 2. VZNIK MECHANICKÉHO KMITÁNÍ

V každém zařízení a objektu vznikají mechanické kmity, které mají různý původ. Některé vznikají v důsledku činnosti rotačních strojů, funkcí různých zařízení, účinků elektromagnetického pole, pohybem člověka a strojů, působením seizmických a silových účinků na stavbu, vedením rušivého mechanického kmitání podložím, stavbou nebo konstrukcí.

Z nejčastěji se vyskytujících možností vzniku rušivého mechanického kmitání v čistých prostorech lze uvést:

#### *a) Mechanické kmitání, vznikající v okolním prostředí*

Do chráněných prostor v boxu, budově, konstrukci se dostává rušivé mechanické kmitání od různých zdrojů vedením. Přestože obvykle zdroje rušivého mechanického kmitání bývají vhodným způsobem izolovány, neutlumí se mechanické kmitání v dostatečné míře nebo vzniklé přenosové kanály umožňují přenos rušivého mechanického kmitání do chráněných prostor. Časový průběh rušivého mechanického kmitání tohoto typu mává obvykle deterministický charakter.

Rušivé mechanické kmitání, způsobené stavebními stroji, silničním provozem nebo jiným druhem dopravy, mává náhodný charakter. Jeho přenos se uskutečňuje přenosovými kanály v podloží nebo objektu a rozkmitáváním základů budovy, kde se uplatňuje vlastní kmitání základové desky.

Dalším zdrojem rušivého kmitání jsou mikroseismické účinky, kterými je budova stále exponována.

#### *b) Účinky větru*

Podle umístění budovy, jejích geometrických tvarů, rozměrů a dynamických vlastností i klimatických podmínek se projevují účinky větru tak, že mohou způsobit vybuzení vlastních tvarů kmitu budovy.

#### *c) Vliv instalovaného technologického zařízení*

Rušivé mechanické kmitání vzniká v čistých prostorech při provozu technologických zařízení a zařízení, která zajišťují média pro jejich provoz. Výsledek působení těchto vlivů závisí na rozmístění zdrojů, přenosových kanálech a dynamických vlastnostech objektu. Zároveň závisí na časovém průběhu rušivého mechanického kmitání. Ke snížení přenosu těchto rušivých vibrací do čistých prostorů lze využít různých konstrukčních, stavebních a tlumících prvků.

Podobné účinky jako rušivé mechanické kmitání vyvolává i hluk technologických a provozních zařízení, jehož hladina by neměla překročit úroveň 55 dB. Jinak je nutné využít tlumičů hluku nebo jiná opatření k omezení jeho šíření.

#### *d) Kmitání podlah a základů budovy*

Podle dynamických vlastností podlah a základů budovy se objektem může šířit rušivé mechanické kmitání, vyvolané pohybem lidí i pohybem různých zařízení, jako jsou např. jeřáby.

Při chůzi lidí vznikají rázy, které mohou rozkmitat podlahy. Pohybem jeřábů vznikají rušivá mechanická kmitání obdobná, jako u kolejových vozidel. Podle dynamických vlastností podlah a základů se tyto vzruchy šíří budovou a mohou působit rušivě v čistých prostorech.

### **3. SNIŽOVÁNÍ RUŠIVÉHO MECHANICKÉHO KMITÁNÍ**

K odstraňování nebo zmírňování negativních účinků rušivého mechanického kmitání v čistých prostorech jsou dvě možnosti: aktivní a pasivní izolace.

Aktivní izolace rušivého mechanického kmitání spočívá v tom, že se omezí šíření mechanického kmitání od zdroje takovými prostředky, aby se minimalizoval přenos sil nebo mechanického kmitání od zdroje do jeho okolí.

Pasivní izolace se provádí na chráněných objektech, v určitém místě objektu, přístroji nebo zařízení tak, aby se snížila působení rušivého mechanického kmitání.

Oba způsoby snižování rušivého mechanického kmitání nebo jejich kombinace se používají při budování čistých prostorů podle objektivních podmínek objektu nebo zařízení. Nejlepší podmínky pro aplikaci obou způsobů izolace jsou u nově projektovaných objektů nebo zařízení, kde lze využít progresivních prvků.

#### 4. DOVOLENÉ HODNOTY MECHANICKÉHO KMITÁNÍ

Dovolené hodnoty mechanického kmitání jsou určeny rozměry struktur a objektů, se kterými se v čistých prostorech pracuje. K zajištění např. dobré výtěžnosti při výrobě polovodičových struktur nebo úspěšnosti experimentů v oblasti mikrobiologie, je nutné, aby se úroveň amplitud výchylek rušivého mechanického kmitání pohybovala nejméně v hodnotách desetkrát nižších, než je minimální rozměr objektu nebo struktury.

U čistých prostorů s nárokem na vysokou přesnost pro dílčí struktury a objekty, jejichž rozměry se pohybují v rozsahu (0,25 až 1  $\mu\text{m}$ ), je možné připustit kmitání podlah s amplitudou mechanického kmitání 0,02  $\mu\text{m}$ . Pokud rozměry objektů jsou řádově mikrometry, měly by amplitudy výchylek rušivého mechanického kmitání podlah v čistých prostorech být třicetkrát až padesátkrát menší.

Z uvedených dovolených hodnot amplitud výchylek je patrné, že dosažení takovýchto nízkých hodnot amplitud výchylek v čistých prostorech vyžaduje využití všech možností k omezení rušivého mechanického kmitání. K splnění těchto extrémně náročných požadavků je nutné vynaložit značné finanční prostředky.

U čistých prostorů s nižšími nároky na přesnost vyhovuje, aby poměr mezi rozměrem struktury nebo objektu a amplitudou výchylky rušivého mechanického kmitání byl roven deseti a u čistých prostorů s velmi malými nároky na přesnost postačí, aby tento poměr měl hodnotu tři.

Snížení nároku na přesnost se rovněž projeví zmenšením počtu nutných opatření a tedy i snížením nákladů na tyto čisté prostory.

#### 5. OPATŘENÍ K DODRŽENÍ DOVOLENÝCH HODNOT MECHANICKÉHO KMITÁNÍ

Při návrhu budov, kde mají být budovány čisté prostory, musí být provedeny takové úpravy v konstrukci stavby, aby se omezily přenosové cesty od zdrojů vibrací do chráněných prostorů, vlastní kmitání budovy apod. Zdroje rušivého mechanického kmitání musí být izolovány aktivně, pokud to lze uskutečnit, a další rušivé vlivy uvedené v kapitole 2 je nutno minimalizovat.

Při budování čistých prostorů pomocí lokálních zařízení se uplatňují dynamické vlastnosti skříně boxu, umístění zdrojů mechanického kmitání na boxu, způsob kotvení a jeho umístění v objektu. Při rozmisťování boxů v objektech je nutné zvolit takové stanoviště, aby se možné zdroje rušivého mechanického kmitání minimalizovaly.

Při realizaci čistých prostorů je nutné sledovat tyto charakteristiky z hlediska objektu:

- otřesy a mechanické kmitání podlahy,
- vlastní frekvence podlah,

- rychlost šíření vlnění,
- útlum mechanického kmitání,
- dynamické vlastnosti boxů.

Rušivé mechanické kmitání podlah v čistých prostorech může být vybuze no vlivy uvedenými v kapitole 2. Podle požadavku na přesnost v čistých prostorech musí být konstruována podlaha i budova, tzn. odezva podlahy na rušivé kmitání musí být co nejmenší.

Vlastní frekvence podlah ovlivňují přenos a odezvu podlahy na rušivé mecha- nické kmitání. Zejména vlastní kmitočty podlah v oblasti 4 až 10 Hz jsou pro použití v čistých prostorech nevhodné. Pokud podlahy mají vlastní kmity v roz- sahu 11 až 15 Hz, je nutné při realizaci čistého prostoru využít ještě řadu dalších opatření. Podlahy objektů s vlastními kmitočty nad 15 Hz lze pro čisté prostory s úspěchem použít.

Dalším kritériem je rychlost šíření vlnění podlahou, z kterého lze usuzovat na její dynamické vlastnosti. Podlahy s rychlostmi šíření vln pod 1700 m/s jsou pro použití v čistých prostorech s nárokem na vysokou přesnost nevhodné. Pokud se rychlost vlnění pohybuje v rozsahu 1700 až 2600 m/s, jsou vlastnosti podlahy příznivější, ale ještě ne zcela vhodné. Teprve podlahy s rychlostí šíření vlnění nad 2600 m/s jsou vhodné pro vytvoření čistých prostorů.

Útlum mechanického kmitání je charakterizován logaritmickým dekrementem útlumu výchylky. Čím je útlum v objektu, kde se má realizovat čistý prostor větší, tím jsou dynamické vlastnosti objektu příznivější. Pokud se logaritmický dekre- ment útlumu konstrukce a podlah pohybuje v rozsahu 0,2 až 0,3, lze objekt považovat jako vhodný pro realizaci čistých prostorů.

Dynamické vlastnosti boxu, jeho uložení nebo kotvení a případné místní zdroje rušivého mechanického kmitání mohou ovlivňovat výsledné rušivé kmitání na pracovní ploše. Obecně lze říci, že skříň boxu musí být tuhá. Prvá vlastní frekvence skříňe boxu by měla být nad 25 Hz. Při jejich konstrukci je nutné využít aktivní i pasivní izolaci, utlumit případné možnosti rezonancí stěn a pracovních ploch.

## 6. ZÁVĚR

Pro čisté prostory podle nároku na přesnost byly kvantifikovány dovolené amplitudy výchylky rušivého mechanického kmitání. V rozboru jsou uvedeny hlavní možné zdroje rušivého mechanického kmitání a kritéria, která je nutné sledovat při realizaci čistých prostorů. Návrhy na opatření, uvedená v článku, umožňují dodržet dovolené hodnoty výchylky rušivého mechanického kmitání v čistých prostorech.

Pracoviště „mechanického kmitání“ Výzkumného ústavu vzduchotechniky je vybaveno technickými prostředky, které umožňují zjišťovat vhodnost objektů pro instalaci čistých prostorů. Pracoviště může také zjišťovat experimentálně nebo výpočtově vlastní tvary kmitu boxů, navrhopvat aktivní i pasivní způsoby izolace nutné při realizaci čistých prostorů a další práce, které souvisí s technikou mechanického kmitání.

## ДОПУСКАЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ МЕХАНИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЯ В ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

*Инж. Петр Колáтек, к. т. н.*

Для чистых помещений были по требованию к точности квантифицированы допустимые амплитуды отклонения нарушающего механического колебания. Приводятся основные возможные источники колебаний и критерий за которыми надо следить при реализации чистых помещений и дальше предложение мероприятий, которые дают возможность соблюдать допускаемые величины отклонений нарушающего механического колебания.

## THE ALLOWABLE VALUES OF MECHANICAL VIBRATIONS IN CLEAN ROOMS

*Ing. Petr Kolátek, CSc.*

The allowable amplitudes of the deviation of the disturbing mechanical vibrations were quantified for clean rooms there in accordance with demands on the accuracy. The main possible sources of the vibrations and the criteria necessary to contemplate for realization of the clean rooms are presented there together with the measure proposal which will allow to comply with the tolerated values of the disturbing mechanical vibrations.

## ZULÄSSIGE WERTE DER MECHANISCHEN SCHWINGUNG IN DEN REINEN RÄUMEN

*Ing. Petr Kolátek, CSc.*

Für die reinen Räume wurden die zulässigen Amplituden eines Ausschlags der störenden mechanischen Schwingung nach der Genauigkeitsforderung quantifiziert. Man führt die vorwiegenden möglichen Schwingungsquellen und die Kriterien, die es bei der Realisation der reinen Räume im Auge zu führen notwendig ist und weiter den Entwurf der Massnahmen, die die zulässigen Werte der Ausschläge einer störenden mechanischen Schwingung einzuhalten ermöglichen werden, ein.

## VALEURS ADMISSIBLES DE L'OSCILLATION MÉCANIQUE DANS LES SALLES BLANCHES

*Ing. Petr Kolátek, CSc.*

Les amplitudes admissibles d'une déviation de l'oscillation mécanique troublante étaient quantifiées pour les salles blanches suivant la prétention à la précision. On présente les sources principales possibles de l'oscillation et les critères qu'il est nécessaire d'avoir en vue à la réalisation de salles blanches et plus loin la proposition des mesures qui permettront de tenir les valeurs admissibles des déviations de l'oscillation mécanique troublante.

### ● Klimatizované sezení

Na prvním veletrhu umění ve Frankfurtu ART pořádaném v dubnu 1989, kterou navštívilo asi 50 000 osob, se objevila lavice, nakterou možno nahlížet jak ironicky, tak i funkčně. Lavici s lehou se houpajícím opěradlem navrhl milánský výtvarník *D. Santachiara*. Lavice stojí na 3 nohách, z nichž dvě tenké po stranách

nesou sedadlo, třetí zadní široká noha spojená rovněž se sedadlem, nese opěradlo. Do této nohy je zabudován ventilátor, který na svém výtlaku nese červený plápolající jazyk, který vypadá jako plamen. Lavice má unavenému zájemci o umění při odpočinku přinést potřebné ochlazení i zotavení.

CCI 8/89

(Ku)

## ● Odvlhčovací jednotka

Podnik VEB Feutron Greiz představil v r. 1989 na jarním lipském veletrhu nový jednotkový odvlhčovač typ 4522. Je to pojízdný přístroj pro přímé připojení do zásuvky. Je koncipován pro místnosti do obsahu 50 m<sup>3</sup>. Tím, že využívá princip tepelného čerpadla, je jeho provoz ekonomicky výhodný.

Jednotku tvoří esteticky řešená skříň, do níž se nasává vlhký vzduch přes výparník, kde nadbytečná vlhkost ze vzduchu kondenzuje a kondenzát odkapává do nádrže. Odvlhčený vzduch je pak v dalším stupni veden přes kondenzátor, kde se ohřeje a vystupuje z jednotky zpět do místnosti. Jednotka je řešená tak, že je možno ji přisadit ke stěně, aniž by to ovlivňovalo její funkci.

Při zkapalňování vlhkosti ze vzduchu se uvolňuje latentní teplo obsažené ve vodní páře, takže teplota vyfukovaného vzduchu (včetně podílu z ohřevu zařízení elektřinou) je asi o 15 °C vyšší než teplota nasávaného vzduchu. Tento dodatečný tepelný zisk je možno využít k vytápění místnosti.

Jednotka je ovládána hygrostatem, který v případě dosažení požadované spodní hranice relativní vlhkosti jednotku vypne a naopak při předepsaném vzestupu jednotku zapíná. Při vytvoření námrazy na výparníku nastoupí automatické odmrazování teplým vzduchem. Při naplnění nádrže se jednotka automaticky vypne a rozsvítí se kontrolka.

LuKT 1/89

(Ku)

## ● Použití automatických vodních trysek v odsávacích zařízeních

Při výrobě polovodičů vznikají mimo jiné i vznětlivé plyny včetně vodíku, z nichž je řada i silně korozivních a toxických.

Vysoká korozivnost procesů znamená, že pro odsávací zařízení v těchto provezech se používá potrubí a sacích nástavců z plastických hmot, i když odsávané plyny obsahují hořlavé látky. Potrubí odsávacích zařízení může snadno přenášet kouř a oheň z prostoru do prostoru. Proto je zde prvním požadavkem zamezení šíření ohně potrubím. U plastického potrubí je pak zvláštní nebezpečí, že potrubí se vlivem tepla snadno zhroutí a oheň se rozšíří do prostoru.

Na universitě v Berkeley byla proto řešena otázka, zda vstřikování vody do potrubí může omezit proudění vzduchu a s jakým výsledkem. Na modelové pracoviště – kabinu bylo připojeno svislé potrubí s vodorovným zaústěním a ve svislé části ve vzdálenosti 1,2 m od nasávacího otvoru z kabiny bylo umístěno vstřikovací zařízení. Odsávaný vzduch v potrubí měl rychlost asi 7 m/s. Ke vstřikování

byla použita jedna 1/2" standardní tryska při tlaku vody 0,42 až 0,09 MPa při průtoku vody 200 až 90 litrů/min. Tím bylo dosaženo snížení objemového průtoku vzduchu v rozmezí 75 až 29 %. Při zvednutí tlaku vody na 0,6 MPa byl průtok vzduchu zcela zastaven. Použitím tří trysek různých typů bylo např. dosaženo snížení průtoku ze 75 % u jedné na 60 až 65 % u tří, při lepším zaplnění průřezu potrubí vodní clonou. Bylo současně prokázáno, že není třeba použít zvláštních typů trysek. Zajímavé zjištění bylo, že proud vzduchu za tryskami neunášel vodu.

Závěrem lze tedy konstatovat, že vstřik vody do potrubí působí stejně jako požární klapka a že může zcela uzavřít průtok vzduchu. Ovšem jsou-li odsávány toxické plyny, nelze současně zajistit ochranu majetku i životů.

HPAC 1/89

(Ku)

## ● Sborníky vzduchotechnických výrobků

V r. 1983 bylo v rámci soustavy vybraných informací pro výstavbu započato s vydáváním sborníků technických řešení řady vzduchotechnika. Vydavatelem vzduchotechnických sborníků byl bývalý koncern ČSVZ Milevsko, jejich zpracovatelem a distributorem Výzkumný ústav vzduchotechniky Praha.

Byly postupně vydány tyto svazky: ventilátory, odlučovače, filtry, výměníky tepla, jednotky pro dopravu a úpravu vzduchu, výrobky pro pneumatickou dopravu, potrubí a příslušenství. Sborníky: ventilátory, odlučovače, filtry, výměníky tepla, výrobky pro pneumatickou dopravu vyšly mezitím již ve 2. vydání. Zpracování všech uvedených vydaných sborníků bylo dotováno ze státních prostředků, takže jejich cena vycházela jen z výrobních nákladů. Koncem r. 1989 byla dotace zastavena.

Protože každé vydání sborníků bylo v krátké době rozebráno a průzkum ukázal, že poptávka stále trvá, rozhodla se a.s. EKOKLIMA v pravidelném vydávání dalších vydání. V r. 1990 jsou nově zpracovávány: 3. vydání sborníku ventilátory a 2. vydání sborníku jednotky pro dopravu a úpravu vzduchu. Na r. 1991 se plánuje příprava 3. vydání sborníku odlučovače a 2. vydání sborníku potrubí a příslušenství.

Nové sborníky bude nadále zpracovávat VÚV avšak jejich distributorem je nyní jejich vydavatel, tj. a. s. EKOKLIMA. Trvalé objednávky, které byly uplatněny u VÚV byly předány novému distributorovi, takže není třeba je obnovovat. Ostatní a noví zájemci se mohou přihlásit na adresu: EKOKLIMA, a. s., 399 09 Milevsko.

(Ku)

## POUŽITÍ TECHNIKY ČISTÝCH MÍST VE ZDRAVOTNICTVÍ

ING. STANISLAV TREPKA

*Zdravoprojekt, Praha*

Autor uvádí příklad třídění pracovišť podle tříd čistoty, věnuje se specifickým problémům čistých pracovních míst v zařízeních lékařské služby a zejména operačním sálům. Míru využití pokládá za měřítko sociální úrovně společnosti.

*Recenzoval: Ing. Rudolf Ptáček*

Pojem „čistý prostor“ nebo „čisté pracovní místo“ se ve zdravotnictví zpravidla nepoužívá. Čistota prostředí na lékařských pracovištích nebyvala donedávna obecně definována, a tak se předpokládalo, že účinnost léčebného procesu závisí mimo jiné na přísném dodržování hygienického režimu personálu. Přitom byly opomíjeny tak důležité vlivy, jako je kvalita povrchů stěn, stropů a podlah v místnostech a znečištění vzduchu a jeho proudění v prostoru. Nelze ovšem popřít, že se vycházelo z tehdejších znalostí problematiky a zejména z nedostupnosti odpovídající techniky. S rozvojem techniky „čistých prostorů“, vypracované pro potřeby průmyslových oborů, se nabídl možnost klasifikace zdravotnických pracovišť podle tříd čistoty a příslušným třídám přiřadit odpovídající specifické technické podmínky a pracovní postupy. V současně platných směrnících pro nemocnice s poliklinikou jsou lékařským pracovištím přiřazeny třídy čistoty podle ČSN 12 5310 Čisté místnosti a čistá pracovní místa. Tato norma vychází z US Federal Standard 209b a je třeba přiznat, že pro označení tříd čistoty se v praxi více užívá hodnot 10, 100, 1000, 10 000 a 100 000. Zařazení pracovišť do tříd čistoty vychází z míry rizik úspěšnosti zákroků, tj. tam, kde je revize

výkonu téměř nemožná, se požaduje dodržení podmínek nejvyšší dosažitelné třídy čistoty. Naopak, běžně se zákroky provádějí v prostředí s nekontrolovanou třídou čistoty a výsledky tomu zpravidla odpovídají. Příklad třídění pracovišť podle tříd čistoty uvádí *tab. I.*

Třídění se týká celých prostorů, čistá pracovní místa se vyskytují pouze v zařízeních lékařské služby. Zde se nejedná o pracoviště čistě léčebné a preventivní péče, tato zařízení svojí povahou spadají spíše do oblasti farmaceutického průmyslu. Místnosti se zde člení do zón: černé, šedé, světle šedé a bílé, přičemž každé zóně je přiřazena příslušná třída čistoty. Zde se poprvé střetávají různé předpisy pro čisté prostory v tom, že předpis pro tyto prostory ve farmacii stanovuje mimo počtu částic také přípustný počet mikroorganismů v objemové jednotce vzduchu, viz PIC — Pharmaceutical Inspection Convention. Takové záruky klasická technika čistých prostorů neposkytuje — rozlišuje částice jen podle velikosti, nikoli podle jejich charakteru (organická, anorganická částice, organická částice patologická, nepatologická).

Zásady hygienického režimu na pracovištích s vysokou požadovanou čistotou prostředí se

Tab. I.

2	100	superaseptický operační sál (kostní operace, transplantace, popáleninová jednotka, hematologická jednotka intenzivní péče, sterilní box, čisté pracovní místo)
4	10 000	příslušenství operačních sálů 2. tř., aseptický a septický operační sál, lůžkový sál jednotky intenzivní péče, lůžkový sál anesteziologicko-resuscitačního oddělení, vyšetřovna angiografie, příprava sterilních léků, sléhárna, odběrový sál transfúzního oddělení, čistá strana sterilizace
5	100 000	příslušenství operačních sálů 4. tř., zákrokový sál, novorozenecká jednotka, místnost pro aplikaci a odběr nukleární medicíny, sterilizace v lékárně

týkají všech podmínek, které jsou pro dodržení stanovené třídy čistoty neopominutelné. Kromě stavebního řešení, tj. volby vhodného dispozičního řešení, návrhu materiálu stěn, podlah a stropů, je dominující správná funkce vzduchotechnického zařízení. Kromě optimálního nebo lépe maximalistického řešení, je třeba také zajistit řádný chod vzduchotechnického zařízení a jeho kontrolu.

Řešení vzduchotechniky musí vycházet z dokonalé znalosti pracovních postupů a možných zdrojů kontaminace. Samotné vzduchotechnické, resp. klimatizační zařízení, nevybočuje nikterak mimořádně z rámce zařízení pro složitější provozy. Promyšlená musí být ta jeho část, která se týká filtrace a distribuce vzduchu. Na našem trhu jsou již filtry, které dosahují účinnosti v oblasti částic 0,5  $\mu\text{m}$  odpovídající třídě 2 bezprostředně za filtrem. Problematika dosažitelné třídy čistoty se týká tedy jednak proudění vzduchu v kritické oblasti, jednak způsobu a intenzit kontaminace. Obecně se má za to, že při uspořádaném proudění, tzv. laminárním — horizontální proud — 0,45 m/s, vertikální proud 0,3 m/s, je ve středu proudu dodržována třída čistoty daná typem filtru (když předpokládáme, že filtr je koncovým elementem přírodního systému). Ukázalo se, že při proudění vzduchu přes perforovaný kryt filtru, je indukován sekundární kontaminovaný vzduch vlivem vyšší rychlosti v otvorech krytu a kontaminace byla zjištěna ve středu proudu již bezprostředně za filtrem. Proto některé firmy nahrazují perforovaný plech jemným pletivem ze syntetických vláken.

Klasickým příkladem čistého prostoru ve zdravotnictví je operační sál. Ze dvou možností se dává přednost přívodu vzduchu vertikálním proudem velkoplošnou výustí nad operačním polem. Takový technicky jednoduchý element na našem trhu chybí a zpravidla se dováží v několika modifikacích. Jen velmi vzdáleně se v jednoduchých případech nahrazuje sestavou čistých nástaveč FCC. V tomto případě již nelze počítat s uspořádaným prouděním a celkový efekt je relativně nízký. Zde je možno jen spoléhat na celkovou hygienickou kázeň personálu kontaminujícího sekundární vzduch, který je indukován do proudu přiváděného vzduchu. Nejlepší dosažitelná třída je pak nejvýše 4. V jiných případech, ovlivněných stavební konstrukcí, lze pro malou výšku místnosti umístit čisté nástavce jen pod stropem v šikmé poloze u stěny. Jedinou zásluhou tohoto řešení je, že do místnosti je se zárukou přiváděn čistý vzduch.

Koncové filtry představují prvek, který je pro třídu čistoty vzduchu rozhodující. Proto musí být dodáván s atestem kvality a musí být testován po osazení, nejlépe počítačem částic. Jen tak lze zjistit případné poškození filtrační vrstvy. Kontrola těsnosti osazení je rovněž bezpodmínečně nutná. Zanašení filtru a tím zvyšování jeho odporu musí být zvládnuto technickými prostředky: předřazením nejméně dvou filtrů ( $B + C$ ) a osazením regulátoru průtoku.

Při klimatizaci operačního sálu jedním klimatizačním zařízením jsou na tentýž potrubní

systém napojeny i prostory, které nevyžadují stejnou třídu čistoty jako operační sál. Nicméně se do výdechů osazují čisté nástavce s filtry stejné kvality jako na operačním sále. To proto, aby bylo možno potrubní síť tlakově vyvážit (pokud do některých větví nejsou osazeny regulátory průtoku).

Zvláštní specifikou mají pracoviště bílé zóny v zařízeních lékárenské služby. Příprava očních kapek a mastí, infúzních roztoků, injekčních roztoků, přípravků na spáleniny a dalších sterilních léků musí probíhat v přísně kontrolovaném ovzduší. Proto se s výhodou používají čisté boxy s filtry třídy V s laminárním prouděním a přetlakem proti místnosti. V proudu vzduchu jsou jen ruce laboranta a při dodržení správné výrobní praxe — SVP resp. GMP, nemůže dojít ke kontaminaci. Nahrazení boxu např. laminárním stropem v tomto případě přináší komplikaci v podobě speciálního oblečení s krytím obličejové části.

Technika čistých prostorů je komplikovaná a nákladná záležitost. Její použití je odrazem ekonomických možností společnosti, ale je i měřítkem její sociální úrovně, protože ve zdravotnictví použití této techniky v léčebné a preventivní péči je směřováno k prospěchu základního prvku této společnosti — člověku.

#### Применение техники чистых помещений и чистых мест в здравоохранении

*Инж. Станислав Трешка*

Автор приводит пример классификации рабочих мест по классам чистоты, занимается специфическими проблемами чистых рабочих мест в объектах аптекарской службы и особенно в операционных залах. Мэру использования считает автор за критерий социального уровня общества.

#### Clean rooms and clean places technique utilization in the health services

*Ing. Stanislav Trepka*

The author presents an example of the classification of workplaces under the cleanliness classes and he pays attention to the specific problems of the clean places in the chemist's facilities and above all in the operating theatres. The degree of utilization of the clean rooms is considered as the criterion of the social standard of all the society.

#### Anwendung der Technik von reinen Räumen und von reinen Boxen im Gesundheitswesen

*Ing. Stanislav Trepka*

Der Autor führt ein Beispiel der Klassifikation der Arbeitsplätze nach den Reinheitsklassen ein, er macht aufmerksam auf die spezifischen Probleme der reinen Arbeitsboxen in den Einrichtungen des pharmazeutischen Dienstes und besonders auf die Operationssäle. Der Anwendungsgrad bildet nach der Aussicht des Autors den Masstab eines Sozialniveaus der Gesellschaft.

# ČISTÉ PROSTORY PRO BIOLOGICKY NÁROČNÉ PROSTORY

ING. JIŘÍ BÍSEK

*Janka s. p. - projekce, Praha*

Autor upozorňuje na zvláštní nároky na čisté prostory v provozech biologického charakteru. Uvádí soupis zásadních koncepčních podmínek pro návrh vzduchotechniky maximálně chráněné laboratoře se 4. stupněm biologické ochrany.

*Recenzoval: Ing. Rudolf Ptáček*

Souběžně s rozvojem různých odvětví průmyslu, zejména elektronického, se zvyšují nároky na čistotu prostředí i u provozů biologického charakteru. Přitom se stále hovoří obecně o čistých prostorech, i když se jejich technické zabezpečení liší v souvislosti s charakterem výroby. Pro návrh vzduchotechnického systému to znamená nutnost respektovat konkrétní anomálie, které v mnohých případech přímo podmiňují dodržení provozní bezpečnosti technologie.

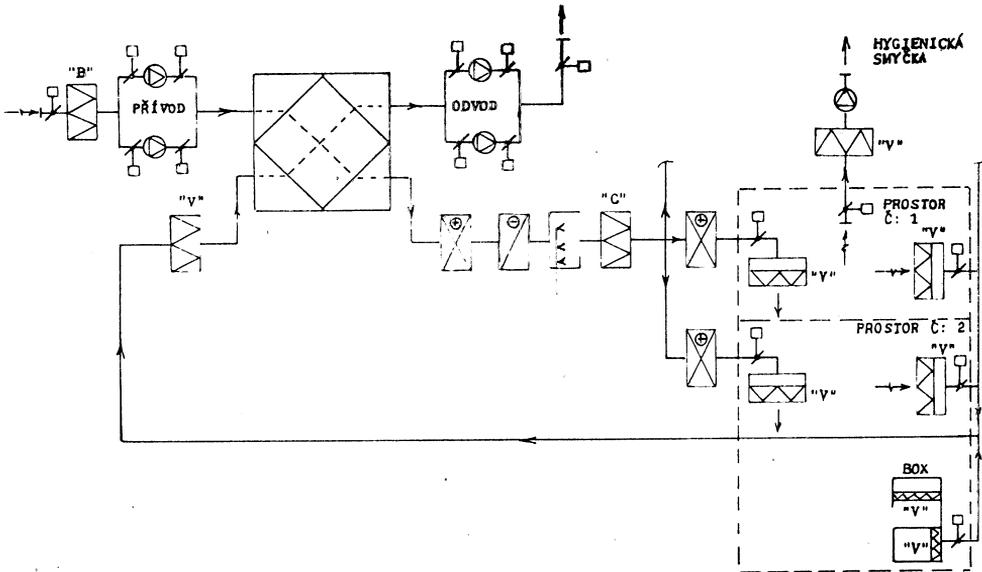
Následně je uveden soupis zásadních koncepčních podmínek pro návrh vzduchotechniky maximálně chráněné laboratoře se 4. stupněm biologické ochrany. Z pohledu provozních specifik musí být pojímány i ostatní profese v rámci celého díla tak, aby byly zabezpečeny provozně funkční vazby. Nedodržení této zásady může znamenat i technologickou havárii. Tak např. nevhodná povrchová úprava a vzduchová netěsnost vnitřní stavební konstrukce negativně ovlivní dosažení parametrů čistoty vzduchu a požadovaných tlakových poměrů ve větraném prostoru.

## Požadavky na vzduchotechnické zařízení

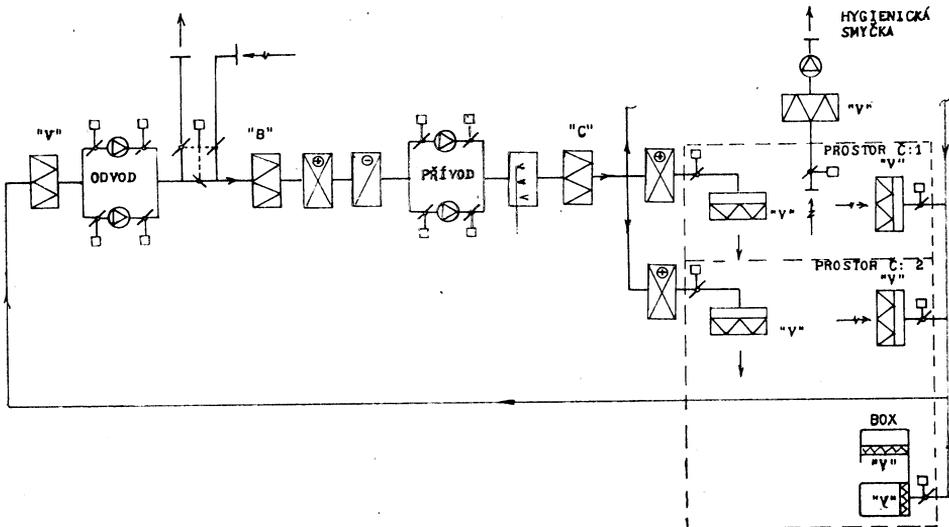
- vzduchotechnický systém (VZT) musí svým uspořádáním umožňovat požadovanou úpravu vzduchu;
- konstrukční provedení a použité materiály klimatizačních jednotek, ventilátorů a vzduchovodů s příslušenstvím volit s ohledem na možnost provádění desinfekce;
- výběr veškerých elementů posuzovat z hlediska maximální vzduchové těsnosti;
- využívání tepla z odpadního vzduchu lze realizovat:
  - a) směšováním čerstvého a odpadního vzduchu. Podíl čerstvého vzduchu musí být podle hygienických předpisů min. 10 % (platí pro čisté prostory). Odpadní vzduch se před směšováním filtruje ve dvou sériově zapojených HEPA filtrech;
  - b) použitím systému zpětného využívání tepla z odpadního vzduchu, kdy přichází v úvahu zařízení pracující s odděleným proudem čerstvého a odpadního vzduchu. Sem náležejí především kapalinové ZZT; deskové výměníky atd;
- doporučuje se dvoustupňová předfiltrace v rámci klimatizační jednotky, kdy na vstupu se volí filtr třídy „B“ a na konci filtr třídy „C“;
- protimrazovou ochranu předehřivačů vzduchu řešit na straně vzduchu a vody;
- ventilátory osadit rezervním motorem, který je zprovozněn při výpadku normálního pohonu. Jinou možností je dodání dvou paralelně zapojených ventilátorů, kdy lze přestavením klapek ve vzduchovodech odstavit porouchaný ventilátor a zabezpečit provoz systému s 50 % vzduchovým výkonem;
- přírodní ventilátory provozně blokovat na chod odsávacího zařízení. V laboratořích nesmí vzniknout přetlaková bilance;
- výkonem vzduchotechnického zařízení kryt i tepelné ztráty objektu;
- VZT systém navrhnout na plný a tlumený provoz. Tlumený provoz se zapíná v době při odstavení technologie s omezením tepelných úprav (nižší teplota, vyřazené vlhčení a chlazení). Kromě toho se doporučuje taková skladba, která umožňuje provoz u cirkulačního systému se 100 % čerstvého vzduchu;
- při všech provozních režimech musí být zajištěna podtlaková bilance ve větraných prostorech, včetně tlakových spádů mezi jednotlivými prostory, tj. nejvyššího podtlaku v laboratoři, až po nejnižší hodnotu ve vstupní chodbě;
- eliminovat změnu tlakového odporu filtrů způsobenou jejich zanášením regulováním výkonu ventilátorů;
- dodržení tlakových poměrů v laboratořích musí být zajištěno jak při provozu, tak při odstavení čistých boxů;

- zajistit možnost desinfekce celého VZT systému a větraných prostorů;
- uspořádání nasávání a výfuku vzduchu musí eliminovat možnost vzájemného zkratování. Optimálně odvádět odpadní vzduch nad střechu a nasávat z fasády;
- řešit samostatné VZT zařízení pro hygienickou smyčku;
- měření tlakových poměrů v jednotlivých prostorech se zvukovou signalizací při nedodržení podtlaku;

- mezi jednotlivými prostory laboratoří osazovat aktivní přestupníky, které umožňují pohyb personálu a dopravu materiálu při zajištění trvalých tlakových poměrů;
- provoz VZT zařízení včetně funkčních subprofesí napojit na náhradní el. zdroj;
- v maximální možné míře omezit použití protipožárních klapek. Protipožární klapky vybavit světelnou a zvukovou signalizací polohy uzavíracího listu. Samovolné uzavření protipožární klapky může narušit



Obr. 1. Systém s deskovým výměníkem ZZT, pracující s čerstvým vzduchem.



Obr. 2. Systém, pracující s oběhovým vzduchem.

- tlakové poměry ve větraných prostorech;
- přívodní výustě dodat v kombinaci s HEPA filtrem. Shodné filtry osadit co nejbližší u odsávacích vyústek, aby byla v maximální míře eliminována kontaminace vzduchovodů;
- HEPA filtry osazovat do filtračních skříní, které jsou vybaveny kontrolní štěrbinou pro měření konstrukční těsnosti;
- dodat přístroje pro kontrolu neporušenosti filtrační plochy — defektoskopie a přístroje k měření konstrukční těsnosti mezi skříní filtru a filtrační vložkou;
- používat speciální jednoduché pracovní oblečení;
- VZT systém kompletovat s ASŘ, které zabezpečí dodržování požadovaných vnitřních parametrů vzduchu a podtlakových bilancí.

Konkrétní způsob skladby vzduchotechnického zařízení je zřejmý z příloh, kde je znázorněn na obr. 1 systém, pracující s čerstvým vzduchem v kombinaci s deskovým výměníkem tepla a na obr. 2 systém pracující s oběhovým vzduchem.

Skladba zařízení je navržena pro vnitřní parametry  $t_i = 22\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ ;  $\varphi_i = 50 \pm 10\%$ .

V zásadě je možná aplikace obou systémů. Vyšší stupeň biologické bezpečnosti vykazuje systém s čerstvým vzduchem, ale na úkor vyšších provozních nákladů oproti systému cirkulačnímu.

Závěrem zbývá podotknout, že pokud požadujeme úplné předpisy a normy pro oblast elektrotechniky a zdravotnictví, tak pro biologicky náročné provozy neexistují žádné.

### Чистые помещения для биологически требовательных пространств

*Инж. Йиржи Бисек*

Автор обратил внимание на чистые помещения в производствах биологического характера. Приводится перечень основных

условий концепции для проекта воздухоехники максимально защищенной лаборатории с 4-ой степенью биологической защиты.

### Biologically exacting clean rooms

*Ing. Jiří Bisek*

The author points out the special demands on clean rooms in facilities of the biological character. The list of the basic conception conditions for the air handling equipment design of the maximally protected laboratory with the 4<sup>th</sup> level of the biological protection is presented there.

### Reine Räume für die biologisch anspruchsvollen Räume

*Ing. Jiří Bisek*

Der Autor macht aufmerksam auf die Sonderansprüche auf die reinen Räume in den Betrieben eines biologischen Charakters. Er führt ein Verzeichnis der grundsätzlichen Konzeptionsbedingungen für einen Entwurf der Lufttechnik eines maximal geschützten Laboratoriums mit der vierten Stufe des biologischen Schutzes ein.

### Salles blanches pour les espaces exigeants biologiquement

*Ing. Jiří Bisek*

L'auteur appelle l'attention sur les prétentions particulières aux salles blanches dans les exploitations d'un caractère biologique. Il fait savoir une liste des conditions de conception principales pour une proposition de technique aéraulique d'un laboratoire protégé au maximum avec le quatrième degré de la protection biologique.

### ● Jaké množství zbytkového kalu?

Množství zbytkového kalu, které může teoreticky vzniknout v trubní síti při určitém podílu kyslíku, oznámil *Dr. Kruse* z úřadu Zkoušení materiálu v Dortmundu na setkání ve Würzburgu. Jeho výsledky platí pro podlahové vytápění ze 100 m uzavřeného potrubí z plastických hmot o profilu 17×2 mm, vodní obsah otopné soustavy 260 l, přívodní teplota 40 °C, noční pokles na 20 °C, topné období 200 dní. V tomto modelovém případě je možno počítat s 510 gramy zbytkového kalu na topné období.

Podle SHT 5/89

(M.K.)

### ● Automatické čištění trubek vodních výměníků

Americká firma Water Technology of Pensacola Inc. vyvinula automatický systém čištění vnitřku trubek vodních výměníků tepla, který pracuje bez jejich odstavení. Systém spočívá v tom, že se do každé trubky vsune kartáč z nylonových „štětín“ a trvale zabuduje plastický koš (klec) na jejím konci. Reverzační proudy vody v trubkách jsou kartáče uvedeny hydraulicky do opačného pohybu trubkami, čímž odstraňují nánosy a volné nečistoty.

ASHRAE J. 1/90

(Ku)

## ● K technice čistých prostorů

Vždy, když nějaký výrobek vychází z výrobního procesu prostý mikroorganismů nebo jen s jejich velmi malým počtem a je-li balení na stejném stupni, pak je možno pomocí techniky čistých prostorů dosáhnout, že výrobek je prostý mikroorganismů a jeho trvanlivost je zaručena bez konzervačních prostředků.

Vzduchotechnika může významnou měrou přispět k tomu, aby vzduch v určitém prostoru byl bez aerosolů a tedy ve zdravotnictví, farmacii nebo potravinářství bez zárodků.

Úkolem techniky čistých prostorů je:

— zbavit vzduch škodlivých aerosolů, což se dá snadno dosáhnout tzv. aerosolovými filtry,

— odstínit požadovaný prostor nebo výrobek od zdrojů aerosolových částic, což je otázka proudění vzduchu v prostoru.

V některých případech, jako např. u operačních sálů, ve farmaceutické nebo potravinářské výrobě, je požadavek zajistit posledně uvedený problém ve velkém prostoru (místnosti). Řada výzkumů i realizovaných zařízení prokázala, že je to možné za předpokladu velkoplošného laminárního proudění v daném prostoru. Takovéto proudění může snížit šíření částic o jeden řád a stejně omezit jejich usazování o jeden řád, a protože tyto dva faktory se z hlediska počtu částic v kritickém prostoru násobí, můžeme mluvit o minimálně stonásobném zlepšení, nehledě k tomu, že laminární proudění je vzhledem ke sníženému přestupu tepla také pocítováno jako příjemnější.

kkt 9/89

(Ku)

## ● Novinky v distribuci vzduchu

Americká firma Duralast Products Corp. uvedla na trh „větrník“, který lze čtyřmi šrouby připevnit na stropní výdech. Z něho vyfukující vzduch vstupuje do malého lopatkového kola větrníku a roztáčí je. Na hřídeli lopatkového kola je pod ním uchycena čtyřlístková vrtule z plastické hmoty, která pak rozptyluje přiváděný vzduch do okolního prostoru. Natočení listů je tak řešeno, aby rozptýl vzduchu byl mírný — bez průvanu. Ložiska větrníku jsou prachotěsná a nevyžadují mazání. Jsou vyráběna dvě provedení aplikovatelná na různé konstrukce stropních podhledů.

Jiným případem jsou výústky s lopatkovou mříží obdobnou kolům axiálních ventilátorů, které vyvolávají vířivý proud vyfukovaného vzduchu. Lopatková mříž je buď pevná nebo se může pohybem vyfukovaného vzduchu otáčet. A jsou některé konstrukce, jejichž lopatky jsou stavitelné buď ručně nebo motoricky, jako např. výústky západoněmecké firmy Kessler + Luch.

ASHRAE J. 9/89, kkt 8/89

(Ku)

## ● Proč je ozónová díra právě nad Antarktidou?

Na první pohled je to divné, proč se tvoří ozónová díra právě nad Antarktidou. Proč fluoro-chloro-uhlovodíky napadají ozonovou vrstvu nad neobydlenou částí zeměkoule, když se uvolňují především v Evropě a severní Americe, tj. asi 15 000 km odtud.

Tento fenomén je podmiňován řetězovou chemickou reakcí, která podle našich současných znalostí probíhá asi takto: Z oxidů dusíku obsažených ve vzduchu vzniká kyselina dusičná, která při dostatečně nízkých teplotách, jaké panují nad Antarktidou (v dlouhé polární noci —70 °C i méně) spolu s vodní párou mrzne na tuhý aerosol. To je počátek, protože za normálních podmínek kyselina zachycuje ve vzduchu obsažené radikály hydroxyly (velmi reaktivní sloučeniny vodíku a kyslíku) a váže je. Jestliže k těmto vazbám nedochází, musí koncentrace těchto látek nutně stoupat.

V jiném procesu ultrafialové záření ze slunce rozkládá fluoro-chloro-uhlovodíky a pak dochází k jejich slučování např. s metanem na kyselinu solnou. Hydroxylové radikály umí zachytit kyselinu solnou a uvolní chlór, který pak napadá ozón.

Proč ozónová díra se tvoří v antarktickém předjaří (září, říjen), je nasnadě. V tu dobu končí polární noc, začíná zase zářit slunce na polární atmosféru a spouští dlouhou chemickou řetězovou reakci, která končí zničením ozónu.

Nad severním pólem, kde je podstatně tepleji, nedochází ke zmrazování kyseliny dusičné (nebo jen výjimečně) a proto ani k uvedeným reakcím.

kkt 8/89

(Ku)

## ● Význam trhu obnovitelných energií

Koncem 80. let činil v SRN podíl obnovitelných energií asi jen 2,4 % vzhledem ke spotřebě primární energie.

Spotřeba primární energie v SRN činila v roce 1987 podle přibližných výpočtů okolo 388 mil. tun SKE. Struktura nositelů energie je uvedena v následujícím přehledu.

— minerální oleje	42 %
— černé(kamenné) uhlí	19 %
— zemní plyn	17 %
— jaderná energie	11 %
— hnědé uhlí	8 %
— vodní síla	2 %
— ostatní	1 %

Přínos od tepelných čerpadel a solárních kolektorů činil odhadem 0,3 mil. tun SKE, tedy méně než 0,1 % spotřeby primární energie.

(1 SKE = 1 tmp  $\approx$  8,14 · 10<sup>3</sup> kWh)

Podle SHT 1/89

(M.K.)

## FILTRACE TLAKOVÉHO VZDUCHU

*Emil Ptáček, VÚV Praha*

Provozy náročné na čistotu technologického vzduchu používaného v pracovním prostoru čistých místností, boxů, ale i vzduchu přiváděného do fermentačních tanků, si vyžádaly vývoj filtrů schopných čistit atmosférický vzduch komprimovaný na 0,25 až 0,6 MPa. Kromě atmosférického vzduchu jsou tyto filtry vhodné i k čištění plynů, jako např. dusíku a oxidu uhličitého, které mohou být použity v čistém prostředí.

Plyny přiváděné do čistého prostoru se musí svou čistotou vyrovnat čistotě pracovního prostoru, aby jej nezneškodocovaly dodávkou pevných nebo mikrobiálních částic. Kromě toho využití tlakového přívodního plynu musí být řešeno tak, aby jeho výtoková rychlost nepříznivě neovlivňovala uspořádaný proud vzduchu v pracovním prostoru.

Do republiky se dovážejí především tzv. filtrační svíčky zejména od firmy Pall, založené na základním materiálu z empfonové membrány a firmy Domnick-Hunter, která používá jednak membrány z tetporu nebo filtrační papír ze skleněných vláken. Jsou to materiály s vysokou odolností při sterilizaci parou. Pro tyto účely u nás zatím takový materiál nemáme. Využili jsme tedy filtrační materiál tuzemské výroby, který se svou účinností vyrovná nejlepším světovým filtračním materiálům. Tento materiál má hydrofobní úpravu a proto je možné jej také sterilizovat průtokem páry.

Pro požadovanou řadu objemových průtoků 40 až 7200 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> byly vyvinuty filtry pro filtrační svíčky.

Pro malé průtoky 5 a 15 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> by svíčkové filtry byly příliš drahé, a to pro značnou pracnost a malý podíl filtrační plochy ke konstrukci svíčky. Pro tyto průtoky byla zvolena jiná konstrukce. Celkový přehled uvedených filtrů je uveden v *tab. 1* a *tab. 2*.

Oba filtry pro 5 a 15 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> jsou stejné konstrukce, liší se od sebe pouze ve velikosti skříně a filtrační vložky.

Skříně filtru je z nerezové oceli a skládá se ze dvou dílů miskového tvaru spojených v přírubách ocelovými kadmiovanými šrouby. Mezi obě misky jsou sevřeny přes těsnicí o kroužky podpěrné podložky a mezi nimi filtrační vložka. Spojením obou miskových dílů se současně utěsňují všechny svírané díly.

Jako filtrační element je zde plochá filtrační vložka. Při jejím vývoji byla sledována podmínka, aby filtrační svíčka nahradila jak po stránce filtrační, tak i v životnosti a odolnosti proti sterilizaci.

Tyto vložky jsou v provedení určeném pro vlastní filtraci s odolností proti sterilizaci parou a v provedení jako předfiltr, kde se sterilizace nepoužívá.

Podpěrné podložky zaručují podmínku, že filtrační vložka musí být dobře sevřena a nesmí mít možnost průhybu. Průchodnost podložkou vzniká pronikem kruhových a rovnoběžných drážek.

Drážky kruhového tvaru slouží k podpirání filtrační vložky. Drážky rovnoběžné, aretované ve svislé poloze, odvádějí zkondenzovanou kapalinu. V zástavbě jsou tyto filtry (to platí pro všechny filtry sterilizované parou), ve svislé poloze, aby nedošlo k zaplavení filtrační vložky zkondenzovanou kapalinou. Tvar filtru a způsob průchodu páry při sterilizaci nevyžaduje na rozdíl od filtrů svíčkových odpuštění páry z prostoru před filtrační vložkou, protože zde nevznikají nepropřachovaná místa.

Filtrační vložky budou dodávány zavařené do mikroténové fólie v krabicích po pěti kusích.

Pro větší průtoky již byly použity filtrační svíčky. Sterilizační provedení svíček má nosnou konstrukci z nerezové oceli, kde nosný díl je válec z děrovaného plechu, obalený filtračním materiálem. Filtrační materiál je oboustranně vyztužen a chráněn polyesterovým sítím. Svíčky po znehodnocení je možné rozebrat a jejich kovové díly použít ke zhotovení svíčky nové. Filtrační svíčka délky 200 mm je určena pro filtry jmenovitého průtoku 40 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>.

Svíčky délky 600 mm se osazují do filtrů větších průtoků. Pro průtok 200 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> je filtr osazen 1 svíčkou, filtr pro průtok 2200 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> je konstruován pro 9 svíček. Filtr pro průtok 7200 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> má 21 svíček. Nové svíčky budou po otestování zavařeny do mikroténové fólie a baleny do ochranné etuže.

V *tab. 3* jsou uvedeny požadované parametry pro celé rozmezí velikostní řady. Ke splnění všech požadovaných parametrů byla zhotovena zkušební zařízení, z nichž nejdůležitější je zapojení filtru přímo do provozního procesu a jeho vyhodnocení na průnik částic.

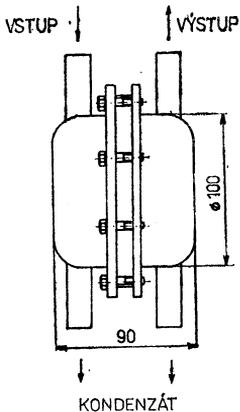
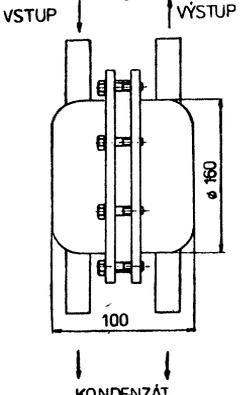
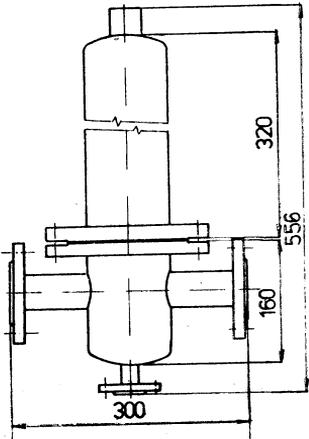
Provozní testování jak filtračních svíček, tak filtračních vložek, bylo prováděno na zkušební trati v mikrobiologickém ústavu ČSAV. Na této trati, která byla svým výstupem napojena na fermentační tank, byly opakovaně provozní a sterilizační cykly. Sterilizace byla prováděna sytou parou v rozmezí teplot 120 až 145 °C po dobu 30'.

Do fermentoru s neutrální živnou půdou byl pak přiváděn přes předfiltr a sterilizační filtr vzduch z kompresoru.

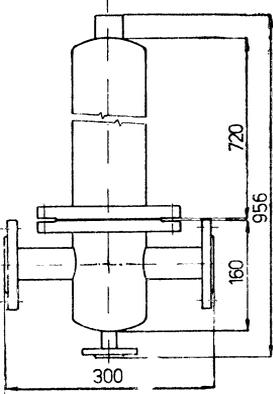
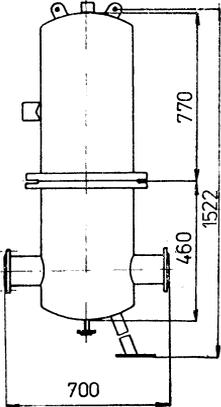
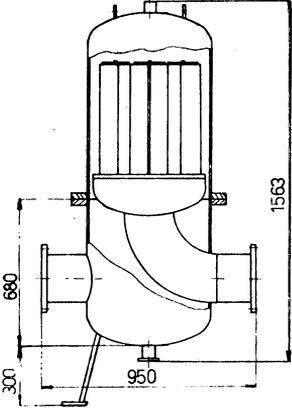
Tato zkouška byla rozšířena o podávání mikrobiálního aerosolu. Mikrobiální roztok kultury *Pseudomonas diminuta* byl rozprašen před sterilizační filtr. V žádném z opakovaných pokusů nedošlo ke kontaminaci náplně fermentačního tanku.

Laboratorní hodnocení bylo prováděno v čisté komoře pomocí laserového počítáče částic LAS X, kde z hlediska třídění čistých

Tab. 1

Filtr	Průtok [Nm <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	Filtrací vložka	Počet filtracích vloček
<p>1</p> 	5	plochá vložka ø 110	1
<p>2</p> 	15	plochá vložka ø 170	1
<p>3</p> 	40	svíčka výška 200	1

Tab. 2

Filtr	Průtok [Nm <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	Filtreační vložka	Počet filtreačních vloček
<p>4</p> 	200	svíčka výška 600	1
<p>5</p> 	2200	svíčka výška 600	9
<p>6</p> 	7200	svíčka výška 600	21

Tab. 3

	Velikost filtru udaná průtokem [Nm <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]		
	5 15	40 20	2200 7200
Doba provozu [h/den]	24	24	24
Pracovní přetlak [MPa]	0,45	0,45	0,45
Tlaková ztráta v čistém stavu [MPa]	0,025	0,03	0,03
Tlaková ztráta po zanesení [MPa]	0,05	0,05	0,05
Účinnost [%] Pro velikost částic [μm]	99,995 0,2	99,995 0,2	99,99 0,3
Tepečná odolnost [°C]	125	145	145
Minimální počet sterilizací	20	20	20

prostorů je dle normy US Federal standard 209d dosažena třída čistoty 1:

Vyhodnocení svíček bylo prováděno jednak defektoskopicky s vyhledáváním případné závady v zalití nebo ve filtrační ploše, jednak měřením proniku částic 0,2—0,25 μm. Dosažená odlučivost je lepší než 99,995 % jak u plochých filtrů, tak u filtračních svíček.

Pro většinu zařízení s vysokými nároky na čistotu přiváděného plynu doporučujeme filtraci dvoustupňovou, která zvyšuje odlučivost a prodlužuje životnost dražšího sterilizačního filtru.

## MĚŘENÍ ČISTÝCH PROSTORŮ PO MONTÁŽI

*Ing. Karel Doušek, CSc., VÚV Praha*

Z hlediska uživatele čistého prostoru (ČP) je hlavním požadavkem dodržení třídy čistoty, to znamená zajištění koncentrace částic nižší než předepsaná mez. Proto obvykle dodavatel čistého prostoru předává protokol o měření, kterým tento parametr dokládá. Je však třeba si uvědomit, že přeměření koncentrace v jednom nebo více kontrolních bodech je podmínka nutná, ale ne postačující pro to, že v celém čistém prostoru jsou podmínky odpovídající zaručené třídě čistoty podle normy [1], [2]. Proto je před touto kontrolou nutné provést další měření, zejména defektoskopickou kontrolou obecně požadovanou jako „těsnost“ i u nás směrnicí [3], měření rozložení rychlostí a další, která významně zvyšují spolehlivost kontroly. Zatím však požadavky na měření u nás nejsou normalizovány a jsou jen věci dohody odběratele, který nebývá dobře informován, s dodavatelem. Proto je vhodné uvést postup používaný ve světě, zejména v USA a SRN.

Nejdělsí zkušenosti s čistými prostory jsou v USA, a proto se také normy FED-STD-209a, b, d staly vzorem většiny ostatních z hlediska třídění a technických požadavků. Méně však

bylo převzato z požadavků na měření parametrů nezbytných pro spolehlivý provoz zařízení. Například v současně platné FED-STD-209D z roku 1988 [4] je v příloze uvedeno 49 souvisejících norem a předpisů, z nichž většina se týká měření čistých prostorů, testů filtrů na místě použití, požadavků na měřicí přístroje a kalibraci. Pro organizaci měření je zde uveden samostatný předpis IES-RP-CC-06 „Testování čistých prostorů“ [6], který obsahuje doporučené testy prováděné po montáži (as-built phase), s technologií v klidu (at-rest) a v provozu s technologií a obsluhou (operating). O měřeních se předávají podrobné protokoly.

V SRN platí definice a požadavky na stavbu, provoz a měření, uvedené ve směrnici VDI 2083 díl 1, 2 a 3 [5]. Díl 3 „Měřicí technika“ popisuje jak způsob měření koncentrací pro zatřídění prostoru, tak i měření po montáži členěná jako přejímací (abnahmeprüfungen) a po nich prováděná kontrolní (überwachung s messungen). O kontrolním měření se předává protokol obsahující skicu uspořádání a výsledky změření rychlostí a koncentrace.

Členění směrnice [6] a její rozsah je odlišný od normy [4] a doporučení [6], ale metody měření a podmínčnost testů jsou téměř shodné.

Tab. 1. Testy doporučené pro čisté prostory podle IES-RP-CC-006

(0 — nepovinný test, 1 — po montáži, 2 — s technologií v klidu, 3 — v provozu)

Č.	Název testu	Proudění		
		laminární	turbulentní	smíšené
1	Rychlost/uniformita	1	—	0
2	Defekty filtrů	1	1	1
3	Rovnoběžnost proudění	1, 2	—	0
4	Regenerace	1, 2	1, 2, 3	1, 2
5	Počítání částic	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
6	Druhotné částice	0	0	0
7	Doplňková defektoskopie	1, 2	1, 2	1, 2
8	Přetlak	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
9	Vzduchový výkon	1	1	1
10	Osvětlení	1	1	1
11	Hluk	1, 2	1, 2	1, 2
12	Teplota	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
13	Vlhkost	0	0	0
14	Vibrace	0	0	0

Tab. 2. Nejmenší objem vzorku (cubic foot) pro počítání částic podle FED-STD-209D

Třída	Měřená velikost částic [ $\mu\text{m}$ ]				
	0,1	0,2	0,3	0,5	5,0
1	0,6	3,0	7,0	20,0	—
10	0,1	0,3	0,7	2,0	—
100	—	0,1	0,1	0,2	—
1 000	—	—	—	0,1	3,0
10 000	—	—	—	0,1	0,3
100 000	—	—	—	0,1	0,3

Zejména jde o nezbytnost potvrzení bezdefektnosti (těsnosti) celé instalace před měřením, koncentrace částic v kontrolních bodech a měření rozložení rychlosti.

Pro zvýšení spolehlivosti informací o stavu čistého prostoru pokládáme za nutné i v našich podmínkách zpracovat závazný postup měření obdobný doporučení IES [6]. Proto jsou dále přehledně uvedena jednotlivá měření jím doporučovaná po montáži a při provozu.

V tab. 1 převzaté z uvedeného předpisu [6] je zahrnuto 14 testů, jejichž provádění závisí na typu čistého prostoru a stavu instalace nebo provozu. Typy prostorů jsou:

- čisté prostory s laminárním prouděním,
- čisté prostory s turbulentním prouděním,
- čisté prostory se smíšeným prouděním.

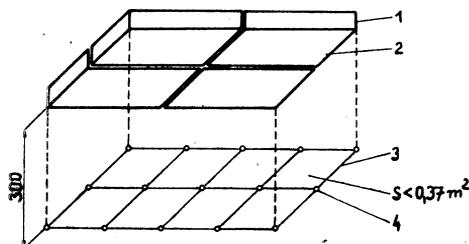
Podle stavu se rozlišují tři fáze

- po montáži,
- s technologií v klidu,
- v provozu.

Dále jsou stručně uvedeny způsoby provádění testů s názvy a čísly podle tab. 1. Pro orientaci jsou v některých případech uvedeny i schematické obrázky uspořádání.

#### Rychlost proudění a test uniformity

Rychlost proudění se určuje v pracovní zóně s laminárním prouděním v rovině vzdálené 30 cm od výstupní strany filtrů. Body, v nichž se rychlost měří, jsou zřejmé z obr. 1. Jsou to



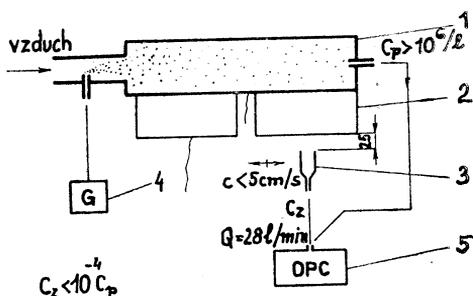
Obr. 1. Měření rychlosti a uniformity proudění: 1 — filtry, 2 — výstupní strana filtrů, 3 — měřicí síť, 4 — měřicí bod.

uzlové body sítě, která rozdělí rovinu měření na stejné plochy menší než  $0,37 \text{ m}^2$ . Měří se anemometrem upevněným ve stojanu. Z naměřených hodnot v jednotlivých bodech se

vypočte průměr, od něhož se nesmí lišit o více než 20 %.

### Defekty filtrů

Defektoskopie filtrů se provádí rastrováním sondou (scanning) ve vzdálenosti 25 mm od výstupní strany filtrů. Sondou se posouvá rychlostí do 50 mm/s (obr. 2). K vyhodnocení



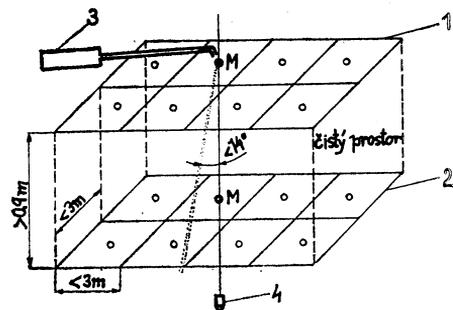
Obr. 2. Zjišťování defektů filtrů: 1 — přívodní komora, 2 — filtry, 3 — sonda, 4 — generátor, 5 — počítač částic.

koncentrace se používá nefelometr nebo počítač částic s pracovním průtokem 28 l/min. Pro dostatečné rozlišení se před filtry (nejlépe do sání ventilátoru) přivádí aerosol DOP vyráběný Laskinovým generátorem. Koncentrace před filtrem  $C_p$  by pro lineární nefelometr s prahovou citlivostí  $1 \cdot 10^{-3} \text{ mg/m}^3$  měla být 10–20  $\text{mg/m}^3$ . Pokud je použit k vyhodnocování koncentrace za filtrem počítač částic, požaduje se koncentrace před filtrem větší než  $1 \cdot 10^6$  částic/l pro částice přes  $0,5 \mu\text{m}$ . Za defekt se považuje koncentrace na výstupu filtru větší než 0,01 % vstupní koncentrace.

Zjištěné defekty filtrů lze opravovat. Opravy nesmějí zasáhnout více než 5 % plochy filtrů a jedna oprava nesmí být větší než  $3,8 \text{ cm}^2$ . Pro vyhovující výsledek nesmějí být ve filtrech defekty.

### Rovnoběžnost proudění

Určuje se rovnoběžnost proudění v pracovní zóně se svislým nebo vodorovným směrem

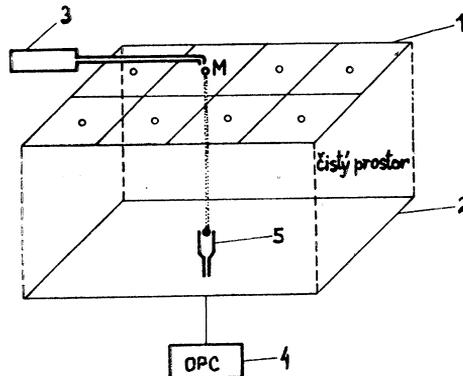


Obr. 3. Kontrola rovnoběžnosti proudění: 1 — vstupní rovina, 2 — výstupní rovina, 3 — izokinetický generátor, 4 — olovnice, M — bod měření.

(podle uspořádání). Vstupní a výstupní rovina pracovní zóny se rozdělí podle obr. 3 na síť čtverců s rozměry do  $3 \times 3 \text{ m}$  a v jejich středech se pak sleduje odklon směru proudění. Směr proudění se určuje pomocí aerosolu vyráběného izokinetickým generátorem kouře. V sledovaném bodě vstupní roviny se umístí výstupní otvor generátoru, z něhož vytéká aerosol stejnou rychlostí jako zde proudí vzduch. Odklon se určí změřením difference mezi olovnicí a pramenkem aerosolu. Vyhovující je rozbíhavost do  $14^\circ$ .

### Regenerace

Tímto testem se zjišťuje rychlost obnovy čistoty čistého prostoru pro znečištění. Znečištění se simuluje izokinetickým generátorem kouře. Stejně jako při zkoušce rovnoběžnosti se vstupní rovina pracovní zóny laminárního



Obr. 4. Kontrola regenerace čistoty prostoru: 1 — vstupní rovina, 2 — výstupní rovina, 3 — izokinetický generátor, 4 — počítač částic, 5 — sonda, M — bod měření.

prostoru rozdělí na síť čtverců s rozměry do  $3 \times 3 \text{ m}$  (obr. 4). Do středu čtverce se umístí výstupní otvor generátoru a do výstupní roviny přímo pod něj se umístí odběrová sonda počítače částic. Generátor se zapne na 1 až 2 minuty a po jeho vypnutí se po 1 minutě klidu změří koncentrace. Zaznamenává se doba, po níž klesla koncentrace pod 3,5 částice v litru. Čas regenerace závisí na rychlosti, uniformitě a rovnoběžnosti.

### Počítání částic

Tento test je vlastní kontrolou čistoty prostoru. Provádí se měřením koncentrace ve zvolených kontrolních bodech pracovního prostoru počítačem částic. Určení počtu a umístění kontrolních bodů závisí na ploše a třídě čistoty prostoru. Pro třídu 10 000 by neměla být plocha na kontrolní bod větší než  $9,3 \text{ m}^2$  a pro třídu 10 větší než  $0,93 \text{ m}^2$ . Podrobné požadavky na tento text jsou uvedeny přímo v FED-STD-209D, kde se jako minimální počet bodů uvádí plocha prostoru ve čtverových stopách dělena 25. Dále je zde uveden i minimální

objem vzorku pro vyhodnocení počtu částic pro jednotlivé třídy čistoty. Je vidět, že pro vyšší třídy čistoty je třeba použít počítače částic s vyšší citlivostí a průtokem, aby se neúměrně neprodužovalo měření. Například počítačem AZ-5 bylo na rozsahu 0,5  $\mu\text{m}$  nutné jeden bod prostoru třídy 10 měřit 48 minut.

#### Druhotné částice

Tímto měřením se ověřuje, zda v prostoru nejsou velké částice uvolňované například z konstrukcí, které nedetekuje počítač částic. Kontrola se provádí záchytem na mikroskopické sklíčko s následným vyhodnocením mikroskopem nebo automatickým detektorem.

#### Doplňková defektoskopie

Jde o zjištění, zda netěsnými spárami nebo prasklinami v plášti čistého prostoru do něj nevniká nefiltrovaný vzduch. Ke kontrole se používá rozprašovací generátor aerosolu ve spojení s počítačem částic s průtokem 28 l/min. a citlivostí pro částice 0,5  $\mu\text{m}$  nebo menší. Defekty se hledají objížděním sondou podél spár ve vzdálenosti 5–10 cm rychlostí 5 cm/s. Defektem je místo s koncentrací větší než  $10^{-2}$  zjištěné vnější koncentrace.

Další testy uváděné v tab. 1 pod čísly 8 až 14 jsou běžná vzduchotechnická měření a proto nejsou podrobně popsána.

#### Závěr

V článku je uveden stručný popis měření, kterými je nutné potvrdit spolehlivou činnost

čistého prostoru po montáži před kontrolou prováděnou jako předávací měření odběrateli. Jsou uvedeny předpisy platné pro tato měření v USA a NSR a podrobněji je probráno praktické doporučení pro testování čistých prostorů podle IES. Je zřejmé, že kromě dodržení koncentrace je nejdůležitějším požadavkem správná rychlost proudění a bezdefektnost filtrů i instalace.

#### SEZNAM LITERATURY

- [1] ČSN 12 5310 (ST SEV 3785-82) Čisté místnosti a čistá pracovní místa. Názvosloví a definice. Klasifikace tříd čistoty, ÚNM, Praha, 1985.
- [2] ČSN 12 5311 (ST SEV 3786-82) Čisté boxy a čisté kabiny. Typy a základní technické požadavky. ÚNM, Praha, 1985.
- [3] Čisté prostory pro elektrotechniku. Typizační směrnice všeobecná FMEP-04, FMEP Praha, 1986.
- [4] FED-STD-209D Clean Room and Work Station Federal standard USA, GSA, Washington, 1988.
- [5] VDI 2083 Reinraumtechnik. Blatt 1, 2, 3. VDI-Richtlinien, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1976–1983.
- [6] IES-RP-CC-006-84T Testing Clean Rooms, IES Recommended Practice, IES, Illinois, 1984.

## STAVEBNICOVÉ ŘEŠENÍ VENTILÁTORŮ PRO ČISTÉ PROSTORY

Ing. Miloš Šavrdra, CSc., VÚV Praha

Stavebnicové řešení ventilátorů pro čisté prostory znamená řešit ventilátory pro dispoziční zástavbových rozměrů a provozních požadavků se základními aerodynamickými částmi v různých koncepčních alternativách.

Důležitým požadavkem je zrovnoměrnění proudění v prostoru na výstupní straně ventilátoru. Pro dané výkonnostní parametry je možno použít radiální středotlaké a nízkotlaké ventilátory a axiální ventilátory. Typ středotlakého a nízkotlakého ventilátoru používá pro stejnou velikost stejnou spirální skříň. Objemový průtok středotlakého ventilátoru oproti nízkotlakému ventilátoru je přibližně poloviční a tlak přibližně třetinový. Pro určité parametry je nízkotlaký ventilátor rozměrově nejmenší při stejných otáčkách s nižší účinností.

Maximální rozměr ventilátoru ve skříni se předpokládá do 450 mm. Maximálnímu rozměru 450 mm odpovídá přibližně velikost ventilátoru do 250 mm.

Požadovaný objemový průtok pro tyto zástavbové rozměry je do  $6030 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$  při stavebnicovém řešení ventilátorové jednotky. Celkový tlak se zvyšuje s postupným zanesením filtru z 200 do cca 700 Pa. Při zachování obje-

mového průtoku pro daný rozsah tlaku, je nutno přibližně zdvojnásobit otáčky nebo pro maximální otáčky použít regulačního systému. Druhá alternativa je nepříznivá z hlediska hlučnosti ventilátoru. Pro plynulou změnu otáček, která je z hlediska hlučnosti nejvýhodnější, doporučuje se použít asynchronní elektromotory s frekvenčním měničem, který napájí elektromotory různým kmitočtem a tím se mění otáčky elektromotoru. Nevýhodou těchto měničů je jejich poměrně vysoká cena. Tyto měniče jsou dostupné v MEZ Brno.

Ventilátory pro předpokládané průtoky a tlak jsou s nižšími otáčkami než maximální otáčky asynchronních elektromotorů, což znamená snížení jeho jmenovitého výkonu. Tuto základní problematiku při volbě výkonnostních parametrů pro optimální provedení, je nutno řešit jednotlivě pro danou velikost ventilátorové jednotky.

Pro ventilátory v jedné skříni, tj. do  $6030 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$  je příkon elektromotoru asi 2000 W a pro nejmenší objemový průtok  $670 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$  je příkon asi 250 W. Největšímu objemovému průtoku odpovídá velikost 250 a nejmenšímu velikost 180 mm. Pro maximální tlak ventilátoru 700 Pa jsou pro velikost 250 maximální otáčky asi  $2000 \text{ min}^{-1}$  a pro velikost 180 maxi-

mální otáčky asi 3000 min<sup>-1</sup>. Uvedený rozsah parametrů vymezuje problematiku řešení ventilátorů a volby elektromotorů, resp. zpětnou redukci výkonostních parametrů pro reálné řešení.

Stávající nízkotlaké ventilátory se vyrábějí od velikosti 250. Problematika řešení menších ventilátorů je poměrně složitá jak po stránce vyřešení optimálního aerodynamického schématu, tak po stránce technologické. Při požadavku co nejnížší hmotnosti oběžných kol je nutné oproti používaným aerodynamickým schématům optimalizovat poměrnou šířku oběžného kola při zachování stávajících výkonostních parametrů. Sériová výroba oběžných kol se předpokládá na automatickém nebo poloautomatickém zařízení podle rozsahu výroby. Optimální aerodynamické schéma oběžného kola musí odpovídat i optimálnímu technologickému provedení. Při uspořádání ventilátoru ve skříní pro objemový průtok 6030 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>, se předpokládají velikosti 180, 225, 250 mm.

V rámci stavebnicového řešení ventilátoru je užitečné ověřit jednotné alternativní řešení olopatkování oběžných kol z hlediska technologického a výrobního.

Ve Výzkumném ústavu vzduchotechniky problematika řešení nízkotlakých ventilátorů byla zaměřena na velikost stávajících ventilátorů, tj. od velikosti 250. Se změnou velikosti ventilátoru se mění jeho parametry z geometrického přepočtu. Zejména od velikosti 250 je tato změna velmi výrazná. Z tohoto důvodu je nutno všechny velikosti řešit jednotlivě.

Koncepční řešení ventilátorových jednotek se předpokládá ve třech alternativách. Základní alternativa je s jednou spirální skříní s jednostranně sacím ventilátorem. Dvojnásobného objemového průtoku dosáhneme při použití základní alternativy uložení oběžných kol na oboustranně vyvedeném hřídeli elektromotoru. Čtyřnásobného průtoku při použití stejného provedení elektromotoru s oboustranně sacími oběžnými koly v jedné spirální skříní.

Pro objemové průtoky větší než 6030 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> se předpokládá použití ventilátoru mimo skříní.

Optimální řešení rovnoměrného výstupu vzduchu na výstupní straně ventilátoru je při použití ventilátoru s příčným prouděním. Tento typ se řešil ve Výzkumném ústavu vzduchotechniky a při konkrétním použití v zástavbě stávající klimatizační jednotky byly dosaženy srovnatelné parametry i po stránce hlučnosti s poměrně nižšími výrobními náklady. V daném případě byl použit ventilátor s příčným prouděním velikosti 125 s délkou činné části 600 mm.

Tyto ventilátory se používají pro nižší tlaky asi do 300 Pa. Reálné je použití ventilátoru s příčným prouděním do velikosti 250 s osovou délkou asi 2 m. Koncepční řešení tohoto typu je vhodné pro blokový systém s osovým řazením.

Pro předpokládaný objemový průtok 10 700 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> ventilátor může být mimo skříní. V daném případě je možno použít stávající radiální nízkotlaký ventilátor s oboustranným

sáním velikosti 500. Pro objemové průtoky 16 100 a 24 120 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> je možno použít stejné typy ventilátorů velikosti 630.

Závěrem je možno říci, že koncepční rozvaha pro volbu ventilátoru má podstatný vliv na řešení filtrověntiláčního zařízení pro čisté prostory.

## **Předpisy pro aseptickou práci — novelizace ON 84 50 51**

RNDr. Pavla Šolínová, SÚKL Praha

Z hlediska mikrobiologické čistoty jsou léčiva a pomocné látky pro výrobu lékových forem buď sterilní — tzn., že nesmí obsahovat žádné formy mikroorganismů nebo mikrobiologicky nezávadné, které mohou obsahovat jen omezený počet nepatogenních mikroorganismů. Výroba sterilních lékových forem předpokládá ochranu zpracovávaného produktu před kontaminací. Opatření, kterými je možno chránit produkty před kontaminací, jsou:

- a) práce v čistých prostorách s omezeným počtem mechanických částic a mikroorganismů,
- b) vhodně zvolené výrobní zařízení a pracovní postup, omezující možnosti kontaminace,
- c) pracovníci, vhodně oděni, dokonale obeznamenáni se způsoby práce,
- d) provádění hygienických a sanitačních zásahů.

Všechny tyto okolnosti řeší ON 84 50 51 — Předpisy pro aseptickou práci. Norma nabyla účinnost 1. 10. 1977. Od doby zavedení platnosti normy uplynulo 12 let, ve vyspělých státech se podmínky aseptické práce zpřísnily, stav poznání o aseptické práci se změnil. Proto je nutné provést její novelizaci v souladu se současnými znalostmi oboru a v souladu s požadavky správné výrobní praxe. Nová norma bude vzhledem k přechodu na dvoustupňový systém řízení zpracována jako ČSN. Její členění bude podřízeno stavu souvisejících předpisů — Československému lékopisu vydání čtvrté, dokumentu PIC PH 1/81, což je Směrnice pro výrobu sterilních léků — dokument Evropského sdružení volného obchodu a zejména pohledům z hlediska připravované vyhlášky o Správné výrobní praxi a normy Evropského hospodářského sdružení, platné od r. 1992. Norma bude mít tyto základní kapitoly: Názvosloví, Klasifikace čistých prostorů, Výrobní prostory, Pracovníci, Hygienická opatření, Zařízení a přístroje, Výrobní postupy, Zkoušky jakosti.

### *Kapitola I. uvádí základní definice.*

*Kapitola II. klasifikuje čisté prostory podle třídy čistoty v souladu s ČSN 12 53 10, dále podle stupně čistoty, podle dokumentu PIC PH 1/81, uvádí požadavky stanovené americkým standardem 209B, maximální počet částic a mikroorganismů v m<sup>3</sup> vzduchu. Dále tato kapitola stanovuje minimální stupeň čistoty pro jednotlivé fáze výroby nebo přípravy sterilních produktů. Např. navažování surovin se provádí*

ve stupni D, personální a materiálové propusti ve stupni C.

V kapitole III. norma stanovuje požadavky na kvalitu stěn, stropů a podlah. Ty mají být z neporézního materiálu, snadno omyvatelné, neodlučující částice, odolné proti používání dezinfekčních přípravků. Norma předepisuje existenci a uspořádání personálních a materiálových propustí. U obou propustí je předepsáno blokování dveří tak, aby dveře pro výstup mohly být otevřeny až po zavření dveří pro vstup. Předepsán je přetlak aseptických prostorů vůči okolním prostorům se zvukovým signalizačním zařízením, ohlašujícím vzniklé poruchy. Zvukové jistění poruchy přetlaku má zamezit pokračování aseptické práce.

Kapitola IV. Pracovníci; klade obzvláštní důraz na vysoké morální a odborné znalosti pracovníků, na jejich výcvik podle speciálně vypracovaných osnov pracoviště. Dále norma stanovuje podmínky vstupu na pracoviště, způsob čistoty a ošacení pracovníků. U oděvů požaduje tkaniny s malou odlučivostí částic. Často se diskutuje otázka tzv. komfortu nošení oděvů, tzn. příjemnosti nošení. U monofilních tkanin bývá právě tento komfort narušen, proto doporučujeme oděvy ze směsných tkanin s malou odlučivostí částic a v prostoru stupně A a B nošení rukavic z monofilních tkanin.

Výčet požadavků stanovených normou je skutečně široký, ale žádný z těchto požadavků není zanedbatelný. Řada z nich bude vyžadovat nová technická a technologická řešení s cílem zajistit normou stanovené požadavky k tomu, aby byl zajištěn kvalitní lék, dnes pro neznámého pacienta, zítra možná pro každého z nás.

Kapitola Hygienická opatření klade velký důraz na spolupráci technologů s mikrobiologií. Stanovuje vypracování sanitačního programu pro každé aseptické pracoviště. Důvodem k vy-

pracování samostatného programu je práce v mikrobiologicky a částicově různě zatíženém prostředí s různým stupněm technického vybavení, což ovlivňuje celý aseptický technologický postup. Kapitola stanovuje četnost praní a dezinfekce prádla a obuvi, dále interval provádění dezinfekce ovzduší.

Důležitým bodem kapitoly Zařízení a přístroje je vybavení aseptických prostorů vhodným vzduchotechnickým zařízením v souladu s požadavky tab. 1.

Kapitola Výrobní postupy vyžaduje zpracování provozního řádu pro každé oddělení a vypracování technologického předpisu pro každý přípravek.

Kapitola Zkoušky jakosti dělí zkoušky na chemické, mikrobiologické, biologické a fyzikální. Zkoušky chemické je stanoveno provádět u všech šarží. Zkoušky mikrobiologické je stanoveno provádět v klidové a provozní koncentraci. Intervaly mikrobiologických měření, kterými se stanovuje počet mikroorganismů ve vzduchu jsou odstupňovány podle požadavků na třídy čistoty, např. u stupně A, B minimálně 1 × týdně.

Mikrobiologická kontrola zařízení je doporučena podle stupňů čistoty 1 × týdně nebo 1 × měsíčně. Kontrola ošacení, rukou, rukavic minimálně 1 × měsíčně.

Fyzikální zkoušky stanovují:

- a) měření přetlaku v aseptických provozech v průběhu celého výrobního procesu,
- b) měření počtu a velikosti částic.

Tento požadavek je problematický, neboť vyžaduje vybavení nákladným měřicím přístrojem. S ohledem na menší dostupnost zařízení k měření počtu a velikosti částic je navrhováno měření 1 × měsíčně bez odlišení stupňů čistoty.

Tab. 1. Klasifikace čistých prostorů

Třída čistých prostorů ČSN 12 53 10	Stupeň čistoty Evropské sdružení volného obchodu PIC PH 1/81	US Fed. stan. 209 B	Maximální počet částic v m <sup>3</sup> — rovný nebo větší než		Maximální počet mikroorganismů v m <sup>3</sup>
			0,5 μm	5 μm	
2	A	100	3 500	0	méně než 1
2	B	100	3 500	0	5
4	C	10 000	350 000	2 000	100
5	D	100 000	3 500 000	20 000	500

## ČISTÉ PROSTORY V SYSTÉMU „KORD“

Ing. Julius Michoněk

Elektroprojekta Rožnov p. It. s. p.

Určeno zavádění vysoce náročných technologií do výrobní praxe si vyžaduje zkraco-

vání doby realizace staveb. Jednou z cest zkrácení průběžné doby výstavby je použití lehkých montovaných ocelových konstrukčních systémů „KORD“.

Vlastní stavba je složena z jednopodlažní

halové části a jedno až třípodlažních přístavků. Všechny části tvoří samostatné dilatační celky.

U halové části, která je řešena v základním modulu  $6,0 \text{ m} \times 12 \text{ m}$  ( $15,0 \text{ m}$ ;  $18,0 \text{ m}$ ) je možno zřídit čisté prostory třídy 1—100 000, s možností uspořádání do čistých koridorů se servisními prostory, nebo velkoplošné čisté prostory, či jejich kombinace.

Hala je řešena jako jednopodlažní o výšce  $7,2 \text{ m}$ . Světlá výška čistých prostor je  $3,6 \text{ m}$ .

Nad čistými prostory je řešen filtrační podhled s prostorem pro vzduchovody. Podlaha haly pro lepší třídy čistoty je zdvojená, je uložena na oddílatované základové desce haly. Přístavky jsou řešeny po dvou, popř. čtyřech stranách haly v základním modulu  $9,0 \times 14,0 \text{ m}$ . Konstruktivní výška podlaží je  $3,6$ — $4,5 \text{ m}$ .

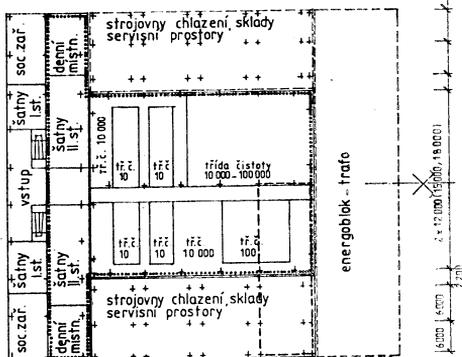
V přístavcích jsou situovány strojovny chla-

zení, vzduchotechniky, sklady, servisní prostory, šatny, sociální zařízení, administrativa, popřípadě energetika.

Prostorové uspořádání stavby je patrné z obrázků.

Na obr. 1 je znázorněno I. NP stavby. Velikost přístavků určují nároky na plochy strojoven vzduchotechniky v závislosti na projek-

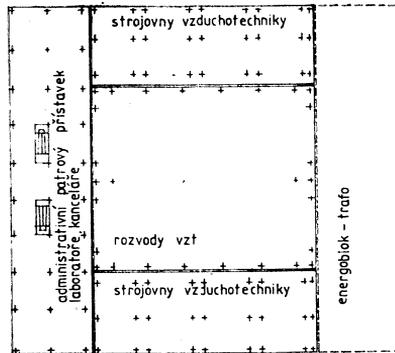
## 1. podlaží



□ čisté prostory

OBR. 1

## 2. podlaží



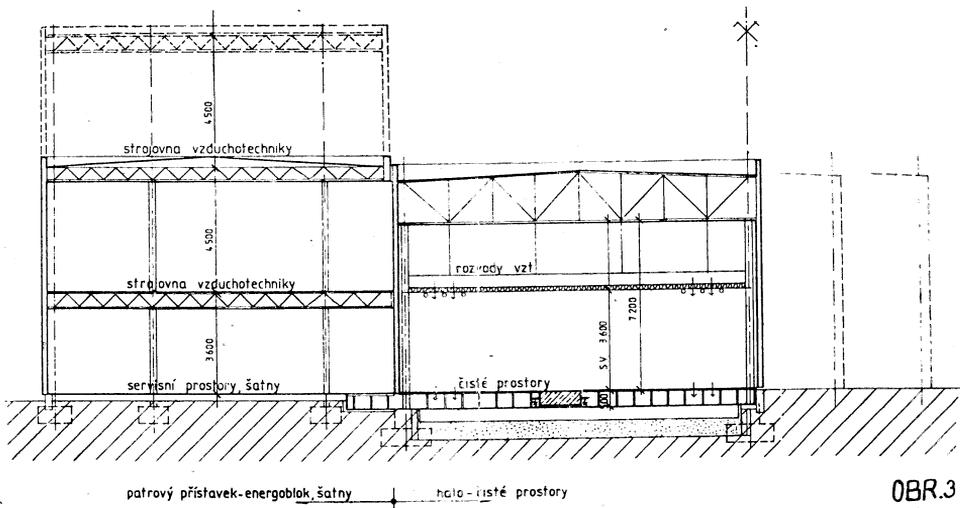
OBR. 2

tovaných tříd čistoty. Celý stavební systém je možno rozšiřovat v násobcích  $9,0 \text{ m}$ .

Na obr. 2 je znázorněno půdorysné uspořádání čistých prostor ve II. NP.

Z obr. 3 je patrné prostorové uspořádání stavby. Jedním z nejdůležitějších požadavků na stavby s čistými prostory, zvláště v oblasti výroby mikroelektroniky, je ochrana proti parazitním vibracím.

Využitím konzolovitěho vyložení vertikální nosné konstrukce přístavků je dosaženo oddělení základových konstrukcí přístavků a haly. Tím je do značné míry vyloučena možnost přenášení vibračí základovými konstrukcemi.



OBR. 3

Dalším opatřením proti vibračním je uspořádání technologických zařízení v I. NP s možností uložení citlivých zařízení na odpružené betonové, popř. litinové bloky, uložené na oddílatované základové desce halý.

#### Řešení vzduchotechniky

Strojovny vzduchotechniky jsou řešeny v samostatném oddílatovaném přístavku. Podle požadovaných tříd čistoty je možno navrhovat přístavek jako dvou nebo třípodlažní. Ze strojoven vzduchotechniky je vzduch veden v prostoru nad filtračním podhledem vzduchovody ukončenými filtry, které jsou součástí filtračního podhledu.

Odvod vzduchu z čistých prostorů je zdvojenou podlahou, popř. u nižších tříd čistoty

mřížkami u podlahy a vzduchovými kanály pod úrovní podlahy. Odváděný vzduch je možno použít pro větrání servisních koridorů.

Závěrem je možno konstatovat, že při dosažení kvalitativně stejného prostředí čistých prostorů lze dosáhnout při použití systému „KORD“ výrazné zkrácení lhůt stavební připravenosti a tím následně pozitivního vlivu na návratnost investice a ekonomii staveb.

#### LITERATURA :

- [1] Typizační směrnice čisté prostory (Elektroprojekta Rožnov 1986).
- [2] Čisté prostory v systému KORD (Elektroprojekta Rožnov 1989).
- [3] Katalogy RD Jeseník KORD.

### VÝVOJ V TECHNICE ČISTÝCH MÍSTNOSTÍ

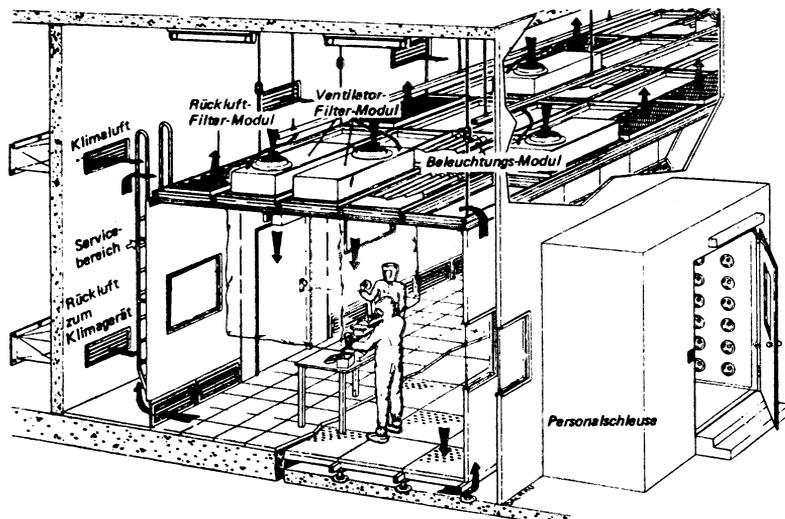
Ve světě se očekává prudký nárůst požadavků na čisté prostory v různých výrobních i uživatelských oborech, jako jsou: mikro- a optoelektronika, výroba kompaktních desek, výroba magnetických a laserových polí, farmacie, zdravotnictví a biotechnika, výroba potravin, raketová a satelitní technika, jemná mechanika, optika a řada dalších. S tím pak souvisí i prudký nárůst potřeb techniky čistých prostorů.

Jen jako příklad, v NSR v letech 1987 až 1988 bylo instalováno celkem 10 000 m<sup>2</sup> podlahové plochy čistých prostorů, přičemž náklad na 1 m<sup>2</sup> se všemi doprovodnými instalacemi včetně regulace byl asi 15 000 DM a z toho důvodu se čisté prostory postupně zmenšují a automatizují.

Na 15. výstavě ISH v r. 1989 se představí tzv. „Flexi-systém“ fy. Babcock (obr. 1) u něhož lze do podstropní rámové stavebnicové konstrukce libovolně vsazovat, popř. vyměňovat tyto základní prvky:

- příváděcí moduly (zvukově izolované radiální ventilátory usazené na aerosolových filtrech),
- osvětlovací moduly,
- odváděcí moduly (vstupní díly zpětného vzduchu s aerosolovými filtry).

Vzniklý mezistrop tvoří podtlakový prostor (podtlak > 20 Pa) pro příváděcí moduly a současně prostor pro směšování oběhového vzduchu (z odváděcích modulů) s centrálně upraveným vzduchem. Pod příváděcími mo<sup>8</sup>



Obr. 1. Koncepce modulového čistého prostoru. Klimaluft — klimatizovaný vzduch, Servicebereich — prostor pro servis, Rückluft zum Klimagerät — zpětný vzduch do klimatizační jednotky, Ventilator-Filter-Modul — příváděcí modul, Rückluft-Filter-Modul — odváděcí modul, Beleuchtungs-Modul — osvětlovací modul, Personalschleuse — osobní propust.

duly se vytvoří pomocí překážek (např. fóliových zástěn) nejčistší zóny pro kritické pracovní procesy. Celý systém může být snadno z mezistupňového prostoru udržován a výměna modulů jednoduše přizpůsobována změněným pracovním podmínkám.

Firma Weiss vyvinula celkovou koncepci čistých prostorů pod názvem „Reinraum Container“, spočívající v předvyroběných mobilních buňkách o rozměrech  $6 \times 2,5$  až  $12 \times 3,5$  m ze samonosné rámové konstrukce s pláštěm odolným povětrnosti. Tyto buňky, hotové na klíč mohou být nasazeny zejména jako

- jednotky (čistých) prostorů v prostoru,
- k rozšíření stávajících výrobních zařízení,
- k přechodnému řešení čistých prostorů,
- jako mobilní čistá pracoviště (měřicí místnosti, montáže apod.).

Firma Kessler + Luch se vydala cestou předvyroběných stěnových systémů spočívajících na rozměrech panelů  $0,5$  až  $5 \times 1,2$  m.

Komponenty jsou:

- stěnové panely sendvičové konstrukce s procházející kolejničí,
- stropní profily (pružné provedení s těsnicími pásky),
- podlahové kolejniče (s výškovým přestavováním),
- okna, dveře, prostupy stěnami (pro přísun materiálu).

Tyto prvky se sestavují podle požadované velikosti prostoru — spojení navzájem háky a osadí stropem, popřípadě filtračním stropem.

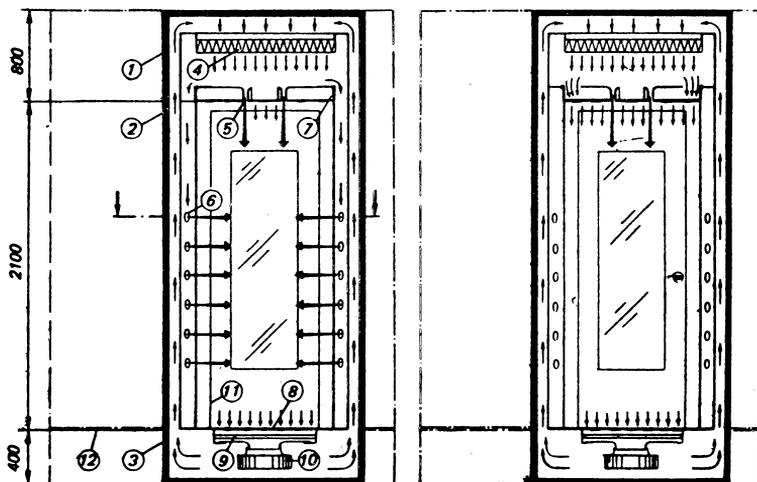
Firma Krantz představila osobní propusti v modulovém provedení. Jedna z nich s automatickým dvoufázovým čištěním je ve svislém řezu znázorněna na obr. 2. Má rozměry  $1,42 \times 1,5 \times 3,3$  m. V obrázku značí: 1 — filtrační část, 2 — kabina, 3 — ventilátorová část (asi  $2500 \text{ m}^3/\text{h}$ ), 4 — aerosolový filtr, 5 — horní ofukovací dýzy, 6 — boční ofukovací dýzy, 7 — laminární výust, 8 — podlahový stěrbinový odtah, 9 — předfiltr, 10 — ventilátor, 11 — dveře, 12 — rovina podlahy.

Levý obrázek představuje ofukovací fázi, pravý oplachovací fázi. Při ofukovací fázi dochází k „oprášení“ lpících částíček prachu proudem vzduchu z trysek o rychlosti asi  $20 \text{ m/s}$ , při oplachovací fázi, tj. přepnutí na laminární proudění shora dolů o rychlosti asi  $0,5 \text{ m/s}$  se částice „spláchnou“ do odvodu v podlaze. Propusti možno dodávat i bez ventilátorového dílu, pro připojení na vnější rozvod.

Jiné řešení propusti má firma Kessler + Luch (tzv. Rotaport). Zde jsou napříč otvoru pro průchod směřovány proti sobě paprsky vzduchu o rychlosti  $10$ — $20 \text{ m/s}$ , které po nárazu na válečovou stěnu vytvoří rotační proudění směřované dolů. Částice prachu usazené na osobách (doba prodlení asi  $20 \text{ s}$ ) se uvolní a jsou šroubovitě odvedeny k podlahové mřížce.

Problematikou u čistých prostorů modulově řešených je jejich naprosto těsné oddělení od vnějších kontaminovaných prostorů. Kritické je těsnění spár mezi stropem a filtry, jakož i u různých propustí (potrubí, kanálů, sloupů). U stropních konstrukcí se většinou používá tuhých těsnicích materiálů (profilů) ve spojení s odpovídajícími úpravami připojovacích částí a spojovacích prvků. Naproti tomu firma Fläkt dodává těsnící pasty odolné proti stárnutí, které podstatně usnadňují obsluhu a kontrolu zařízení. Látka je za pokojových teplot pastovitá a před použitím se předehřeje na  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , za níž je kapalná a nanáší se stříkací pistolí.

Významným prvkem u těchto zařízení jsou výstupní elementy — výústky. U výústky firmy Krantz se dosahuje použitím velmi jemného drátěného pletiva minimální turbulence na výstupu (výtoková rychlost  $0,15$  až  $0,4 \text{ m/s}$ ), takže např. na pracovním stole odděleném účelně fóliovými záclonami od okolí lze dosáhnout vysoké čistoty vzduchu. Zde



Obr. 2. Osobní propust s dvoufázovým čištěním.

na rozdíl od běžné praxe uvažuje výrobce s aerosolovým filtrem umístěným centrálně v jednotce pro úpravu vzduchu.

Příznivých výsledků, tj. nízký počet zárodků v operačních sálech, jakož i nízká koncentrace škodlivých (narkotizačních) plynů v pracovní oblasti se dosáhne tzv. laminárními stropy. Firma Rox vyrábí systém DC, odolný vůči desinfekčním prostředkům, u něhož se dosahuje laminárního proudění tkaninou napnutou na velkoplošných hliníkových rámech. Laminární proud filtrovaného vzduchu sestupuje dolů, aniž by se smíchal s okolním kontak-

minovaným. Do stropu jsou vestavěny aerosolové filtry, přitlačné zařízení a kontrola těsnosti. Rozměry stropu se pohybují od  $2,4 \times 1,2$  do  $3 \times 2,4$  m s objemovým průtokem v rozsahu 1500 až 6500 m<sup>3</sup>/h. Uvádí se, že průtok vzduchu pro běžný operační sál má být 2000 až 2400 m<sup>3</sup>/h a při vysokých nárocích na aseptičnost asi 3000 m<sup>3</sup>/h.

Zpracováno podle článku *Ing. K. Müllera: Entwicklungen in der Reinraumtechnik* v časopise HLH č. 7/89.

Kubíček



### 13. NÁRODNÍ KONFERENCE „SOUČASNOST A PERSPEKTIVY ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ“

Netradičně v Mostě se konala ve dnech 27. 2. až 1. 3. 1990 tradiční 13. národní konference Současnost a perspektivy ústředního vytápění. Konferenci pořádala odborná skupina „Vytápění“ Komitétu pro životní prostředí ČSVTS, jejíž pokračovatelkou je současná sekce „Vytápění“ nezávislé Společnosti pro techniku prostředí. Odborným garantem byl *Doc. Ing. Karel Laboutka, CSc.*, a organizačním garantem *Ing. Jan Laub* z Mezinárodní organizace novinářů — konferenční servis. Tematické zaměření konference bylo rozděleno do tří sekcí:

- A. Palivová základna a spalovací zařízení (gen. zpravodajové *Jirout, Tvrдый*)
- B. Otopné soustavy (gen. zpravodajové *Mašek, Kotrbatý*)
- C. Hospodaření teplem (gen. zpravodajové *Štorkan, Kostelecký*)

K jednání konference byl připraven sborník vybraných autorů k danému tématu podle sekcí:

- A. — Palivová základna a spalovací zařízení (*Tvrдый, Jirout*)
  - Palivoenergetická bilance ČSFR (*Veselý*)
  - Spalování městských a domovních odpadů (*Fiala*)
  - Kotle Klemza (*Hrdlička*)
  - Ocelové radiační kotle ORK (*Buríč*)
  - Kotly na tuhá paliva v š. p. Vihorlat (*Kepič*)
  - Kotle Slatina (*Smýkal*)
  - Kotle ČKD Dukla pro ústřední vytápění (*Škorpil*)
  - Fluidní spalování nízkovýhřevných uhlí (*Novotný*)
  - Zkušenosti z provozu a zkoušek kotlů DUKLAFLUID (*Votava*)
  - Automatické monoblokové hořáky APH (*Buchal*)
  - Kotel pro spalování dřevního odpadu (*Štefan*)
- B. — Průběhy vnitřních teplot při periodické dodávce tepla (*Valenta*)
  - Aktualizace blízké historie otopných soustav (*Fridrich*)
  - Problémy spojené s modernizací vytápění (*Jánský*)

- Horizontální bytová otopná soustava (*Fantýš, Huclová*)
- Otopné soustavy pro individuální výstavbu (*Uher*)
- Jednotrubkové horizontální otopné soustavy se čtyřcestnou armaturou (*Marek*)
- Možnosti uplatnění souprůdého rozvodu (*Mužík*)
- Sálavé vytápění pracovních plošin a jednotlivých stanišť (*Bašus*)
- Poznámky k navrhování a užití podlahových otopných soustav (*Jirout*)
- Velkoplošné vytápění elektřinou (*Spolek*)
- Elektrické podlahové vytápění kombinované s přímotopným (*Mastný*)
- Regulace sálavých otopných soustav při skupinovém připojení objektu na horkovodní síť (*Kotrbatý*)
- C. — Výsledky plnění racionalizačních programů z pohledu kontrolní činnosti SEI pro ČSR (*Hofman*)
  - Mikroklima interiérů budov komplexní bytové výstavby (*Ptáková*)
  - Předávací stanice (*Huclová*)
  - Výsledky jednání odborných akcí v Malé Úpě a Harrachově (*Tvrдый*)
  - Modernizace otopných soustav (*Lerl*)
  - Tlakově závislé horkovodní předávací stanice (*Brož*)
  - Rozvoj centralizovaného zásobování teplem v rámci jednotné energetické politiky ČSFR (*Vazač*)
  - Regulace a měření (*Štorkan*)

Sborník byl vydán v větší počtu výtisků, aby byli uspokojeni i ti zájemci, kteří se konference nemohli zúčastnit. Ti si mohou sborník objednat v sekretariátu Společnosti pro techniku prostředí (STP) — *Ing. Petr Mádr*, Novotného lávka 5, Praha 1, 116 68.

Konference, které se zúčastnilo 310 účastníků, proběhla podle osvědčeného scénáře. Referáty, uveřejněné ve sborníku nebyly přednášeny, ale pouze komentovány generálními zpravodaji. K daným tématům bylo předneseno 30 koreferátů a téměř 100 panelových příspěvků.

Odpolední část jednání byla přenesena do zájmových kroužků: Plynové vytápění (*Tvrдый*) Elektrická energie ve vytápění (*Laboutka*)

Odpolední část jednání byla přenesena do zájmových kroužků:

- Plynové vytápění (*Turdý*)
- Elektrická energie ve vytápění (*Labouška*)
- Odpadní teplo (*Brož*)
- Podlahové vytápění (*Fantýš*)
- Předávací stanice (*Kotrbatý*)
- Hospodaření teplem (*Štorkan*)

Obsáhlá panelová diskuse a velká účast na zájmových kroužcích“ potvrdila zájem účastníků o aktuální problematiku ústředního vytápění. Závěr konference provedl *dípl. tech. Luboš Krommel*, který kladně zhodnotil průběh konference a podtrhl i společenský význam tradičního setkání odborníků.

*Fridrich*



## SPOLEČNOST PRO TECHNIKU PROSTŘEDÍ

21. února 1990 byla v Praze ustavena Společnost pro techniku prostředí s cílem sdružovat zájemce o obor technika prostředí z řad projektantů, konstruktérů, výzkumných a pedagogických pracovníků, investorů, provozovatelů, servisních pracovníků, pracovníků hygienické služby, SEI, ÚTIO, státních orgánů a dalších.

Odborné sekce Společnosti pro techniku prostředí pracují v těchto oblastech oboru technika prostředí:

1. Klimatizace a větrání
2. Vytápění
3. Pracovní prostředí
4. Obytné prostředí
5. Zdravotní a průmyslové instalace
6. Čištění vzduchu
7. Sušení
8. Hluk a akustika prostředí
9. Stavební tepelná technika budov
10. Osvětlení
11. Provoz a údržba klimatizačních zařízení
12. Projektování a inženýrská činnost

Podle zájmu členů mohou vzniknout další odborné sekce Společnosti pro techniku prostředí.

**Svým členům Společnost pro techniku prostředí poskytuje:**

1. Informační zpravodaj
  - periodické informace o konferencích, seminářích, kursech, technických útercích a dalších akcích Společnosti pro techniku prostředí
  - informace o mezinárodních veletrzích, výstavách a kongresech

— informace o novinkách v technice a ve výrobních závodech našich i zahraničních.

2. Pozvánky na akce a kurzy Společnosti pro techniku prostředí podle oboru zájmu člena.
3. Třicetiprocentní slevu na všech odborných akcích a kursech Společnosti pro techniku prostředí a účast na technických útercích zdarma.

*Členský příspěvek*

pro rok 1990: 80,— Kčs

Snížený členský příspěvek

pro studenty a důchodce: 20,— Kčs

Máte-li o členství ve Společnosti pro techniku prostředí zájem, vyžádejte si přihlášku na adrese:

*Společnost pro techniku prostředí*

*Ing. P. Mádr, tel.: 2328611*

*Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1*

Společnost pro techniku prostředí navazuje na činnost ČV Komitétu pro životní prostředí ČSVTS v oboru technika prostředí, je členem českého svazu vědeckotechnických společností, který byl ustaven v Praze dne 24. března 1990 jako nástupnická organizace československé vědeckotechnické společnosti v České republice. Český svaz vědeckotechnických společností je volně sdružení samostatných odborných společností, pro které zajišťuje služby ekonomické, legislativní a informační.

Společnost pro techniku prostředí byla zaregistrována Ministerstvem vnitra ČR pod č. j. AVS/1-612/90 dne 11. 4. 1990.

**Ing. Jirí Frýba**

předseda přípravného výboru STP

## PROZATÍMNÍ STANOVY SPOLEČNOSTI PRO TECHNIKU PROSTŘEDÍ

*Článek I. Základní ustanovení*

1. Společnost pro techniku prostředí (dále jen Společnost) je dobrovolná nezávislá odborná organizace s působností na území České republiky.
2. Společnost vyvíjí činnost v souladu se stanovami, usneseními Valné hromady a Rady Společnosti.
3. Společnost je samostatnou právníkou osobou se sídlem v Praze.

*Článek II. Poslání a cíle*

1. Společnost pro techniku prostředí je organizace inženýrů, techniků a zájemců o obor technika prostředí.  
Společnost navazuje na činnost českého komitétu pro životní prostředí ČSVTS v oblastech působnosti jeho odborných skupin
  - Obytné prostředí
  - Pracovní prostředí
  - Větrání a klimatizace

- Vytápění
  - Provoz a údržba klimatizačních zařízení
  - Zdravotní a průmyslové instalace
  - Sušení
  - Hluk a akustika prostředí
  - Osvětlení
2. Hlavní oblasti činnosti Společnosti jsou
- informační (časopis, informace pro členy)
  - přednášková (semináře, konference)
  - publikační (sešity projektanta aj.)
  - vzdělávací (kursy, postgraduální studia)
  - příprava směrnic (výpočtových a projektových) a norem
  - spolupráce se zahraničními společnostmi v oboru
  - podpora rozvoje moderní výroby v oboru, efektivní projekce, provozu a funkce zařízení, vývoje
  - poradenská a konzultační činnost pro organizace i soukromníky
  - právní ochrana členů a spolupráce při ověřování způsobilosti pro samostatnou odbornou činnost
  - spolupráce se státními orgány a organizacemi působícími v oboru
  - podnikatelsko-hospodářská činnost s cílem dosažení ekonomické soběstačnosti

### Článek III. Členství ve společnosti

1. Členem Společnosti může být každý zájemce o její činnost starší 18 let, který souhlasí se stanovami Společnosti, dodržuje je a platí pravidelně členskou příspěvků.
2. Člen má tato práva:
  - volit a být volen do všech orgánů Společnosti
  - být informován o hlavních činnostech Společnosti
  - účastnit se činností odborných orgánů Společnosti
  - obracet se na Společnost při řešení odborných problémů
  - požívat členských výhod
3. Členství zaniká nezaplacením členského příspěvku.

### Článek IV. Čestné členství

1. Čestným členem Společnosti může být jmenován občan, který má mimořádné zásluhy o rozvoj oboru, prestiž Společnosti. Čestným členem se může stát čs. občan i cizinec. Čestné členství uděluje valná hromada Společnosti.
2. Čestný člen se může účastnit všech akcí Společnosti bez úhrady vložného.

### Článek V. Orgány Společnosti

1. Orgány Společnosti jsou
  - Valná hromada
  - Rada
  - Revizní komise
  - Odborné sekce event. územní centra Společnosti
  - Přípravné výbory velkých akcí a jiné pomocné orgány
  - Sekretariát
2. Nejvyšším orgánem Společnosti je jeho

Valná hromada. Na zasedání Valné hromady jsou zváni všichni členové Společnosti. Valná hromada se koná nejdéle jednou za tři roky.

3. Rada Společnosti je výkonným orgánem, který odpovídá za svou činnost Valné hromadě. Schází se nejméně 4× za rok. Práci Rady řídí a koordinuje předseda Společnosti. Dalšími členy Rady jsou reprezentanti odborných sekcí a event. územních center Společnosti, hospodář a tajemník Společnosti. V období mezi zasedáními Rady řeší naléhavé problémy operativně předseda, hospodář a tajemník Společnosti.
4. Revizní komise je samostatný kontrolní orgán Společnosti. Je volena Valnou hromadou, které odpovídá za svou činnost. Kontroluje dodržování stanov, plnění přijatých usnesení Valné hromady, usnesení Rady Společnosti a hospodaření Společnosti. Komisi tvoří tři členové, kteří volí ze svého středu předsedu.
5. Základní pracovní jednotkou Společnosti je Odborná sekce. Odbornou sekcí ustanovuje Valná hromada na základě návrhu minimálně deseti členů Společnosti. Předsedu a výbor Odborné sekce volí členové Odborné sekce. Členem Odborné sekce může být kterýkoliv člen Společnosti. Hospodářskou bilanci Odborné sekce sleduje sekretariát, přičemž se předpokládá finanční soběstačnost Odborné sekce.
6. Sekretariát zabezpečuje běžnou činnost Společnosti. Jeho velikost je úměrná rozsahu činnosti a hospodářským výsledkům Společnosti. Sekretariát řídí tajemník Společnosti.

### Článek VI. Hospodaření

1. Hospodaření Společnosti se řídí rozpočtem. Návrh rozpočtu sestavuje hospodář s tajemníkem Společnosti vždy na období kalendářního roku. Rozpočet schvaluje Rada Společnosti.
2. Majetek Společnosti tvoří hmotné statky a finanční prostředky. S tímto majetkem Společnost hospodář a do jeho výše ručí za své finanční závazky ve vztahu k cizím subjektům.
3. Příjmy Společnosti tvoří
  - členské příspěvky
  - příjmy z vlastní odborné činnosti
  - příjmy z hospodářské činnosti
  - příjmy od sponzorů
  - dotace, subvence a dary cizích subjektů
4. Výši členských příspěvků a způsob výběru stanoví Rada Společnosti.
5. K zajištění hospodářské činnosti sloužící potřebám Společnosti může Rada Společnosti zřizovat účelová a hospodářská zařízení.

### Článek VII. Závěrečná ustanovení

1. Jménem Společnosti jsou oprávněni jednat předseda, tajemník, pověření členové Rady, v rámci své působnosti předsedové odborných sekcí event. oblastních center a delegovaní zástupci Společnosti v rozsahu svých pravomocí.
2. Právní subjektivitu má Rada Společnosti

3. Jednací a volební řády a předpisy o hospodaření schvaluje Valná hromada Společnosti.

4. O zániku Společnosti a o způsobu majetkové likvidace rozhoduje Valná hromada nejméně dvoutřetinovou většinou hlasů.

## STRÍKÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT OHŘEVEM

*Jaroslav Černožorský, František Šebelle*

Při tomto způsobu nanášení se konzistence nátěrových hmot nesnižuje přidávkou ředidel, ale ohřátím nátěrové hmoty. Nátěrová hmota při vysokém tlaku nevaří, i když je překročen bod varu, běžný pro normální atmosférické podmínky. Při stříkání přejde část ředidla do plynného stavu ihned po opuštění trysky. Zbytek se uvolňuje po dopadu nátěrové hmoty na povrch výrobku. Zařízením lze nanášet nátěrové hmoty o mnohem vyšší konzistenci, než při stříkání bez ohřevu, bez jakýchkoliv závad na funkci zařízení nebo jakosti nátěru. Použitím této technologie je možno nanášet i velmi silné vrstvy bez nebezpečí stékání.

*Výhody:*

1. Hlavním ekonomickým přínosem této metody je možnost provádět kvalitní nátěr větších tloušťek jedním nástřikem a tím snížit celkovou pracnost a průběžnou dobu výrobku v lakovně.
2. Úspora ředidla vzhledem k tomu, že konzistenci nátěrových hmot potřebnou pro stříkání je možno docílit prakticky bez použití ředidla.
3. Zlepší se pracovní podmínky (snížení výparů z rozpouštědel).
4. Snížení ztrát rozstříkem (20—30 %).
5. Zpracování vysokoviskozních materiálů, které se nedají stříkat bez zahřátí.

### **Ke stříkání nátěrových hmot ohřevem se používá průtokový ohříváč nátěrových hmot CS 2700**

Průtokový ohříváč nátěrových hmot typ CS 2700 je součástí zařízení VYZA 1 až 4, které slouží k nanášení organických povlaků. Zařízení VYZA se skládá z pohonné pneumatické jednotky, vysokotlaké pumpy, hadice a vysokotlaké pistole. Uvedená sestava zařízení tvoří kompletní stříkací jednotku. Pro stříkání nátěrových hmot za horka je možno k vysokotlakému zařízení VYZA připojit průtokový ohříváč nátěrových hmot.

*Popis zařízení VYZA 1—4*

Zařízení VYZA 1—4 sestává z pneumatického motoru s diferenciálním pístem a s mžikovým ventilovým rozvodem, vysokotlaké dvojčinné pístové pumpy se sacím filtrem, vysokotlaké hadice a vysokotlaké pistole. Pistole je opatřena jehlovým ventilem ovládaným spouští pomocí hřídelky s palcem a la-

melovým filtrem. Dále k zařízení přísluší rozvod tlakového vzduchu opatřený speciálně upraveným trojcestným kohoutem a redukčním ventilem k nastavení optimálního tlaku vzduchu vstupujícího do pneumatického válce a rotační vzduchový motorek pro pohon míchadla nátěrových hmot. Všechny tyto prvky jsou rozmístěny na víku, které se rychlouzávěry připevňuje na beztlakovou nádobu na barvu.

Zařízení pracuje jako multiplikátor s převodem pístů asi 1 : 24. Docílí se tedy při nastavení tlaku vzduchu 0,4 až 0,7 MPa asi 9 až 16 MPa statického tlaku na nátěrovou hmotu. Velkou předností použitého principu je automaticky řízená funkce vysokotlaké pumpy. Při zmáčknutí spouště pistole začne pneumatický motor, na jehož pístnici je připevněn píst pumpy, samočinně pracovat a nátěrová hmota je působením vysokého tlaku rozprašována tryskou pistole. Po uzavření průchodu barvy (uvolněním spouště) se písty okamžitě zastaví, neboť dojde k vyrovnání sil působících na pístnici.

*Popis průtokového ohříváče nátěrových hmot typ CS 2700*

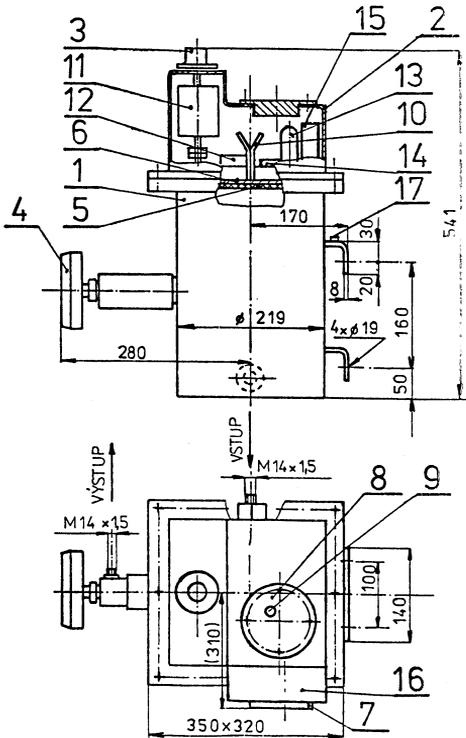
Průtokový ohříváč se skládá z vlastní nádoby ohříváče a z ohřívací spirály, která je zalita do hliníkového bloku. V hliníkovém bloku jsou zasunuta tři elektrická topná tělesa, 1 regulační, 1 bezpečnostní termostat a tepelná pojistka. Jednotlivé prvky elektrického vybavení lze při poruše vyměnit a jsou umístěny pod pevným závěrem, který tvoří víko ohříváče. Pro kontrolu teploty ohříváné nátěrové hmoty je ohříváč vybaven teploměrem, který je umístěn na boku nádoby ohříváče.

Nastavení regulačního termostatu na potřebnou teplotu lze provádět během provozu ohříváče regulačním kolečkem, které je umístěno na víku pevného závěru. Aby během provozu nemohlo dojít k přehřátí nátěrové hmoty nad 70 °C je regulační kolo opatřeno zárazkou zajišťující dodržení teploty max. 70 °C.

Provoz ohříváče lze kontrolovat pomocí signální žárovky, která při ohřívání svítí.

Vysokotlaké hadice pro dopravu nátěrové hmoty se připojí na šroubení umístěné na vnějším povrchu nádoby. Kovové součástky vlastní nádoby a víka jsou propojeny kabelem. Vyhříváný Al blok je tepelně odstíněn IT deskou.

Výška	541 mm
Šířka	450 mm
Hloubka	470 mm
Napětí	220 V/50 Hz
Příkon	2700 VA
Proud	max. 13 A
Max. pracovní tlak	25 MPa
Plocha výměny tepla	1885 cm <sup>2</sup>
Objem ohřivací spirály (ohřivače)	0,21 l
Počet topných těles	3 ks
Průtokové množství	60 l/h při 60 °C (měřeno s vodou)
Regulační rozsah	20 až 70 °C
Teplotná pojistka	99 °C
Připojovací rozměr hadie	M 24 × 1,5



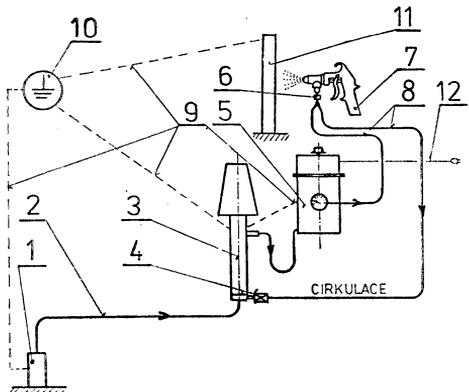
Obr. 1. Hlavní části průtokového ohřivače CS 2700 (1 — Ohřivač, 2 — Víko ohřivače, 3 — Kolo regulace teploty, 4 — Teploměr, 5 — IT deska, 6 — Podložka, 7 — Kabelová vývodka, 8 — Víčko, 9 — Průhled, 10 — Topné těleso, 11 — Termostat, 12 — Tepelná pojistka, 13 — Doutnavka s objímkou, 14 — Svorkovnice, 15 — Termostat, 16 — Připojovací prostor, 17 — Uzemnění).

Nátěrová hmota určená k ohřevu je nasávána čerpadlem přes hadice a ostatní spojovací elementy a dále transportována k ohřivači. Zde protéká ohřivací spirálou, zalitou do hliníkového bloku, kde jsou současně zasunuta tři elektrická topná tělesa. Teplota v ohřivači je regulována termostatem a ohřátá nátěrová hmota je dále dopravována ke stříkací pistoli. V okruhu zabudovaný cirkulační systém zajišťuje cirkulaci nátěrové hmoty až k pistoli, aby na trysce pistole měla vždy stejnou teplotu. Ředidlo nemůže při ohřevu z barvy unikat, protože ohřátá barva cirkuluje v uzavřeném okruhu a nátěrová hmota s zásobníku zůstává studená. Teplota ohřivané nátěrové hmoty (NH) je indikována teploměrem umístěným na výstupu NH z ohřivače. Schéma stříkacího zařízení s ohřevem NH je na obr. 2.

Provoz ohřivače

Průtokový ohřivač se může používat pro ohřívání nátěrových hmot olejových, syntetických a disperzních. Dvousložkové materiály, např. polyuretanové a epoxidové barvy mohou být v průtokovém ohřivači ohřívány pouze podmíněně, pouze do teploty 40 °C, protože doby zpracovatelnosti se mohou působením teploty v mnoha případech extrémně zkrátit a je možné předčasné zgelovatění v ohřivači.

Nátěrové hmoty, které mají silný sklon k usazování musí v ohřivači neustále cirkulovat, aby se zabránilo ucpání a vzdutí teplem. I při normálních nátěrových hmotách je nutno zajišťovat neustálou cirkulaci NH v ohřivači, aby bylo docíleno konstantní teploty na spotřebitelských místech. Přehřátí nátěrové hmoty



Obr. 2. Schéma stříkacího zařízení s ohřevem nátěrových hmot (NH); 1 — Nádoba s NH, 2 — Sací potrubí, 3 — VYZA, 4 — Regulační ventil, 5 — Ohřivač NH, 6 — Rozdělovač, 7 — Stříkací pistole, 8 — Vysokotlaké hadice, 9 — Uzemnění, 10 — Uzemňovací svorka, 11 — Stříkaný předmět, 12 — Kabel se zástrčkou.

v ohřivači může způsobit spuštění tepelné pojistky.

Při skončení provozu nebo při delším přerušení práce se musí průtokový ohřivač s dostatečným průtokem nátěrové hmoty tak dlouho ochlazovat, až teplota NH klesne na teplotu 30 °C. Při delších provozních přestávkách např. (několik dní) se musí přístroj vyčistit a naplněný příslušným ředidlem nechat stát až do zahájení provozu.

Bezpečnostní termostat zajistí při poruše mikrospínacího prvku regulačního termostatu nepřekročení max. přípustné teploty ohřivače 70 °C. Nastavení max. teploty 70 °C je možno provést pouze po otevření pevného závěru a tento úkon je oprávněn provádět pouze útvar pověřený údržbou zařízení. Obsluha zařízení není oprávněna provádět žádnou manipulaci s elektrickým zařízením pod pevným závěrem.

Bezpečnostní tepelná pojistka je určena k jistějším maximální dovolené teploty v průtokovém ohřivači. Při přehřátí ohřivače nad nejvyšší dovolenou teplotu 99 °C dojde ke spuštění bezpečnostní pojistky, která přeručí přívod elektrické energie do ohřivače. K obnově provozu ohřivače je nutno tepelnou pojistku vyměnit za novou. Tuto výměnu může provést pouze osoba oprávněná při dodržení všech bezpečnostních opatření.

Topná tělesa jsou zasunuta v hliníkovém bloku. Jejich výměna je možná po otevření pevného závěru. Výměnu může provádět pouze osoba tím pověřená.

Signální doutnavka představuje díl podléhající opotřebení a musí být po určité době vyměněna. Výměnu lze provést pouze po otevření pevného závěru a provést ji může pouze osoba tím pověřená. Průzor doutnavky se nesmí vyšroubovat.

#### Pracovní podmínky

Průtokový ohřivač je určen k ohřevu nátěrových hmot olejových, syntetických a disperzních na max. teplotu 60 °C. Barvy dvou-složkové, tj. polyuretanové a epoxidové lze ohřívát pouze podmíněně a na teplotu maximálně 40 °C. Zařízení lze používat v prostředí SNV I podle ČSN 33 2320, ON 03 9043. Ohřivač je možno umístit na zeď lakoven, popřípadě na manipulační vozík spolu s vysokotlakým zařízením VYZA. Po instalaci ohřivače je nutno provést připojení měděného vodiče min. průřezu 4 mm<sup>2</sup> na zemnicí svorku ohřivače a spojit jej s místním uzemněním.

#### Materiál

Hlavní části ohřivače jsou vyrobeny z plechu třídy 11. Ohřivací spirála je z Cu, ohřivací blok je z Al slitiny.

#### Povrchová úprava

Vnější povrch ohřivače je opatřen nátěrem barvou S 2013/7550. Vnitřní povrch pevného závěru je opatřen nátěrem barvou S 2035/0840.

#### Bezpečnost

Elektrické zapojení musí být provedeno odborně podle schválené dokumentace a musí

odpovídat daným ČSN. Montáž zařízení musí provést pouze osoba s předepsanou kvalifikací oboru elektro. Obsluha zařízení nesmí v žádném případě provádět jakékoli změny, úpravy nebo opravy na zařízení. Opravy elektrického zařízení ohřivače se nesmí provádět v lakovně a v prostředí s nebezpečím výbuchu. Otevření pevného závěru je obsluze zakázáno a smí jej provádět pouze osoba k tomu pověřená. Před otevřením pevného závěru je bezpodmínečně nutno vytáhnout síťovou zástrčku. Hrozí nebezpečí elektrického úderu nebo exploze.

Obsluha zařízení může pouze regulovat teplotu regulačním konfigkem umístěným vně ohřivače a provádět vyplachování ohřivače při změně druhu barvy nebo odstínu nebo při odstávce zařízení.

Na zařízení musí být prováděny revize ve smyslu ČSN 34 3800.

#### Údržba zařízení

Údržba spočívá v důkladném čištění průtokových kanálů ohřivače. Proplachování je nutno provádět jednou týdně nebo nejpozději po 80 provozních hodinách vhodným rozpouštědlem.

Průtokový ohřivač se dopravuje v dřevěném obalu. Teploměr je pro dopravu odmontován a přiložen zvlášť.

Ohřivač se dopravuje běžnými dopravními prostředky.

Výrobce: Závody na výrobu vzduchotechnických zařízení, 383 32 Prachovice, tel.: 21221-9, telex: 144 278.



Fridrich

## ASHRAE Journal 31 (1989), č. 8

- Selection of corrosion resistant materials for cooling towers (Volba materiálů odolávajících korozi a určených pro chladicí věže) — *Murphy D.*, 14—16, 18.
- Cooling tower corrosion (Koroze chladicích věží) — *Benner R. L.*, 20, 22.
- Expert systems in preventive maintenance and diagnostics (Expertní systémy při preventivní údržbě a diagnostice) — *Culp Ch. H.*, 24—27.
- The myth of pressure independent VAV terminals (Mýtus o tlakově nezávislých koncových jednotkách systému s proměnným průtokem vzduchu) — *Avery G.*, 28—30.

## ASHRAE Journal 31 (1989), č. 9

- Application of radiant heating saves energy (Použití sálavého vytápění šetří energii) — *Buckley N. A.*, 17—18, 20, 22, 24, 26.
- The control of radiant slabs (Kontrola sálavých panelů) — *MacCluer C. R.*, 28, 30, 32—33.
- Advanced heat pumps for the 1990s (Teplná čerpadla pro 90. léta) — *Petersen S. R.*, 36, 38, 40, 42, 44, 46.
- Central vs. local HVAC fan systems for highrise office buildings (Ústřední a centrální ventilátorové systémy ve vytápění, větrání a klimatizaci výškových kancelářských budov) — *Jordan C.*, 48, 50, 52, 54, 56.
- A knowledge-based system for comfort diagnostics (Znalostní systém pro diagnostiku pohody) — *Brothers P.*, *Cooney K.*, 60, 62, 64—67.
- Air movement and treatment systems (Systémy dopravy a úpravy vzduchu) — 68—75, 77.

## Gesundheits-Ingenieur 111 (1990), č. 1

- Das „VDI-Richtlinienwerk 2083: Reinraumtechnik“ (Směrnice VDI 2083: Technika čistých prostorů) — *Müller K. G.*, 1—11.
- Studie über Notwendigkeit und Zuverlässigkeit von Luftwechsel- und Luftvolumenstrommessungen (Studie o potřebnosti a spolehlivosti měření výměny vzduchu a průtoku vzduchu) — *Schulze H. D.*, *Schuschke G.*, 12—16.
- Untersuchung der physikalischen Ursachen von Zugluft (Studium fyzikálních příčin průvanu) — *Mayer E.*, *Schwab R.*, 17—30.
- Untersuchungen von Desinfektionsmitteldosiergeräten (Studia dávkovacích přístrojů desinfekčních prostředků) — *Moriske H. J.*, *Neumann H.*, *Rüden H.*, 31—34.
- Photolyse von Bodenbegasungsmitteln (Fotolýza půdních zaplynovacích prostředků) — *Huppel V.*, *Herzel F.*, 35—36.
- Fachtagungen über baulichen Brandschutz

in der Gebäudetechnik (Odborná zasedání o stavební požární ochraně v technice budov) — *Berg S.*, *Usemann K. W.*, 37—40.

## Heating, piping, air conditioning (1989), č. 10

- Taking the bite out of corrosion (Koroze potrubí) — *Young W. T.*, *Fitzgerald J. H.* III., 35—38.
- Computer-aided piping design (Navrhování potrubí za pomoci počítače) — *Ahart J. R.*, 47—50.
- NPSH and pump selection: two practical examples (Nasávání a volba čerpadla: praktické příklady) — *Wilkins Ch.*, 55—58.
- pH control of chemical wastes (Regulace pH u chemických odpadů) — *Mermel H.*, 63—67.
- How to select evaporators properly (Volba výparníků) — *Colby E.*, 75—79.
- Documenting dynamic control (Dynamická kontrola vytápění, větrání a klimatizace) — *Hartman T.*, 87—90.
- VMA: 50 years of service (50 let služeb VMA) — *Tibbs J. P.*, 99—103.
- Valves: an introduction (Ventily: úvod) — *MacDonald K. T.*, 109—117.

## Heizung Lüftung Haustechnik 41 (1990), č. 1

- Rechnerische Betriebssimulation von Heiz- und RLT-Anlagen. Bestimmung und Bewertung des Energiebedarfs durch detaillierte Simulation von Heiz- und Raumlufttechnischen Anlagen (Provozní modelování vytápěcích a vдуchotechnických zařízení za použití počítače. Stanovení a zhodnocení energetické potřeby na základě podrobně rozebraného modelování vytápěcích a vдуchotechnických zařízení) — *Stephan W.*, 11—12, 17—18, 21 bis 22.
- Strömungsmessungen verifizieren Simulationsprogramm. Vergleich von Laser-Doppler-Anemometer (LDA)-Messungen mit Ergebnissen einer numerischen Simulation (Měření proudění potvrzují program modelování. Srovnání měření laserovým Dopplerovým anemometrem s výsledky číselného modelování) — *Borth J.*, *Eisele K.*, 28—30, 33—34.
- Planung von GLT-Anlagen (Plánování zařízení řídicí techniky v budovách) — *Canzler B.*, 37—38, 41.
- HLK-Projektierung und -Management. Software-Paket für das Planen, Betreiben und Verwalten von haustechnischen Anlagen (Projektování a řízení vytápěcích, větracích a klimatizačních zařízení. Soubor software pro plánování, provozování a spravování domovních technických zařízení) — *Weissmann R.*, 42 až 44, 47.
- Zentrales Leiten und Überwachen. Bedienen und Beobachten angelehnt an die VDI/VDE 3695, erläutert am Beispiel eines Systems zur Gebäudeautomatisierung (Ústřední řízení

a kontrola. Obsluha a pozorování na základě VDI/VDE 3695 se objasňuje na příkladu systému automatizace budovy) — *Hartmann R. K.*, 48—51, 54.

— CEN-Konformitätszeichen für Thermostatventile. Europäisches Zertifizierungsschema für thermostatische Heizkörperventile (Značka shody CEN pro thermostatické ventily. Evropské schéma osvědčení pro thermostatické ventily vytápěcích těles) — *Bitter H.*, 57—58, 61—62, 65—66.

— Erzeugerpreise in der HKS-Branche 1/90 (Ceny výrobců v odvětví vytápění, klimatizace a zdravotně technických zařízení v 1/90) — 7.

— Wartung haustechnischer Anlagen (Údržba domovních zařízení) — 22, 27.

— Gebäudeleittechnik (Řídicí technika v budovách) — 54—56.

— Wohnungslüftung (Větrání bytů) — 67 až 68.

— Kältemittel (Chladiva) — 58.

— Umweltschutz (Ochrana životního prostředí) — 77—78.

— Messen—Steuern—Regeln (Měření, řízení, regulace) — 82—83.

— Geräte und Verfahren (Přístroje a metody) — 84.

### Heizung Lüftung Haustechnik 41 (1990), č. 2

— Zusammenhang zwischen Strahlungs- und Bereitschaftsverlusten bei Gas-Spezialheizkesseln (Souvislost mezi ztrátami sáláním a přípravou do pohotovosti u plynových speciálních vytápěcích kotlů) — *Raue R., Schulz K.*, 99—100, 105—106, 111—112.

— Feuchteabhängige Grundlüftung von Wohnungen (Základní větrání bytů, závislé na vlhkosti) — *Polenske G.*, 115—116, 119—120.

— Legionellenfreie zentrale Warmwasserbereitung. Keimtötende Wirkung durch entsprechende Dimensionierung und Systemauswahl (Ústřední příprava teplé vody bez bakterií. Usmrcení zárodků v důsledku vhodného stanovení rozměrů a volby systému) — *Egger R.*, 139—146.

— Nennweite 80 für Klosetabflussleitungen zugelassen. Systemgebundene hydraulische Eignung von Abflussrohren aus PE-HD für Leitungsgefälle ab 1 : 200 nachgewiesen (Jmenovitá světlost 80 pro odtoková potrubí klosetů se připouští. Je prokázána se systémem spojená hydraulická vhodnost odtokových trubek z tvrdého polyetylénu pro sklon potrubí od 1 : 200) — *Knoblauch H. J.*, 151—152, 155—156.

— Erzeugerpreise in der HKS-Branche 2/90 (Ceny výrobců v odvětví vytápění, klimatizace a zdravotně technických zařízení v 2/90) — 95.

— Heizkessel (Vytápěcí kotle) — 120—121.

— Wärmeverkauf (Prodej tepla) — 121—122.

— Heizflächen/Anschlussleitungen (Vytápěcí plochy — Přípojná potrubí) — 122, 125—126, 137.

— Sanitärtechnik — Wasserbehandlung (Zdravotní technika — Úprava vody) — 159, 162.

— Abwasser (Odpadní voda) — 160.

### Heizung Lüftung Haustechnik 41 (1990), č. 3

— Energieeinsparung und Umweltentlastung durch Kesselerneuerung. Ergebnisse einer Felduntersuchung in 51 Wohngebäuden (Úspora energie a zlepšení životního prostředí modernizací kotlů. Výsledky studia v 51 obytných budovách) — *Diemer R.*, 181—182, 187—188, 193—194.

— Ermittlung und Auswertung von Last-Häufigkeitsverteilungen für Heizanlagen (Zjištění a vyhodnocení rozdělení četnosti zátěže pro vytápěcí zařízení) — *Hösel W., Gilles F., Neubaur G.*, 197—198, 203—204, 207—208.

— Heizkostenverteiler: Überprüfungs-system erforderlich. Erfordernis und Montage von Heizkostenverteilern nach dem Verdunstungsprinzip in der Praxis (Zařízení k rozdělování nákladů za vytápění. Kontrolní systém je žádoucí. Hodnocení a montáž zařízení na rozdělování nákladů za vytápění podle principu odpařování v praxi) — *Liebeggall A.*, 211—212, 215.

— Elektronische Ventilatorregelungen auf dem Prüfstand. Drehzahlregelung von Lüfterantrieben mit Freuenzumrichtern im Vergleich zu Phasenanschnittsteuerung (Elektronické regulace otáček pohonů ventilátorů s kmitočtovými měniči ve srovnání s řízením fázového náběhu) — *Fender M., Simon K. P., Dorner H.*, 246 až 248.

— Erzeugerpreise in der HKS-Branche 3/90 (Ceny výrobců v odvětví vytápění, klimatizace a zdravotně technických zařízení v 3/90) — 175.

— Ölbrenner (Olejové hořáky) — 216, 221.

— Heizkessel (Vytápěcí kotle) — 221—222, 227—228, 234—236.

— Heizflächen (Vytápěcí plochy) — 233.

— Messen — Steuern — Regeln (Měření — řízení — regulace) — 236.

— Heiztechnik (Vytápěcí technika) — 241 až 242, 245.

— Fernüberwachung (Dálková kontrola) — 251—252.

— Wärmerückgewinnung — Wartung (Využití odpadního tepla — Obsluha) — 253.

### Die Kälte und Klimatechnik 42 (1989), č. 11

— Im Interesse der Menschen: Gesundes Raumklima. Die Aufgaben einer Fensterlüftungsanlage als Klimaanlage (V zájmu lidí: zdravé prostorové klima. Úkoly větrání okny jako klimatizačního zařízení) — *Hüblers H.*, 628, 630, 632, 634—636.

— Muss die Klimatechnik ein notwendiges Übel sein? (Musí být klimatizace nutným zlem?) — *Schobel R.*, 638—640.

— Fachinstitut Gebäude-Klima: Die Medien und die Verbesserung des Klimas (Odborný institut „Klima budov“: Prostředí a zlepšení klimatických podmínek) — 653—654.

— Anlagentechnik mit Zukunft: Kälteverdichter im Verbund schalten — II (Technika zařízení s budoucností: Chladicí kompresory spřažené — II) — *Pielke R.*, 646, 648 bis 650, 652, 664, 666.

— Physik für Kältepraktiker — IV: Flüssig-

sigkeit und Gase (Fyzika pro odborníky chlazení — IV: Kapaliny a plyny) — *Wegner G. E.*, 667—668, 670, 672, 674—675, 676, 678.

### Die Kälte und Klimatechnik 42 (1989), č. 12

— Richtiges „Temperaturmanagement“ gegen verdorbene Lebensmittel (Správne řízení teploty proti zkažení potravin) — *Weichmann J.*, 686, 688, 690, 692.

— Kälteanlagenbauer sind keine Schlosser (Konstruktéři chladících zařízení nejsou zámečníci) — 692.

— IKK 89 — 10. Internationale Fachmesse Kälte-Klimatechnik, Essen, 19.—21. 10. 1989 (IKK 89 — 10. mezinárodní odborný veletrh: Chladicí a klimatizační technika, Essen, ve dnech 19.—21. 10. 1989) — 694, 696, 698, 701—704, 706—708, 710, 712—716.

— Kühlhäuser in der Volksrepublik China: Dicke Strohdämmung hilft bei Stromausfällen (Chladírny v Čínské lidové republice: Nepropustná slaměná izolace pomáhá při výpadku proudu) — *Göhringer P.*, 722—727.

— Physik für Kältepraktiker — IV: Flüssigkeiten und Gase (Fyzika pro odborníky chlazení — IV: Kapaliny a plyny) — *Wegner G. E.*, 728—733.

### Die Kälte und Klimatechnik 43 (1990), č. 1

— Wenn Mehrfach-Verdampfersysteme streiken (Když sdružené výparníky stávkují) — *Pielke R.*, 6, 8—11.

— Messtechnik auf der IKK 89 (Měřicí technika na mezinárodním veletrhu chladicí a klimatizační techniky 89) — 12—14, 16—17.

— Interclima '89 im Vorfeld des Binnenmarktes (Interclima '89 v předpolí vnitřního trhu) — 28—30.

— RKW-Symposium: Gestörtes Wohlbefinden in Innenräumen (RKW-Symposium: Porušená pohoda ve vnitřních prostorech) — 18—20.

— Fachinstitut Gebäude-Klima schärft seine Konturen (Odborný institut „Budova-Klimatické podmínky“ upřesňuje svoji působnost) — 31—32, 34.

— 80. Jahrestagung des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins e. V. in Hannover (80. Výroční zasedání Německého svazu chladicí a klimatizační techniky v Hannoveru) — 35—37.

— Blick auf Europa. Europatag der Kälte-Klima Fachleute in Paris (Pohled na Evropu: Evropský den odborníků chlazení a klimatizace v Paříži) — 22—26.

— Politik und Umwelt (Politika a životní prostředí) — 42.

### Luft- und Kältetechnik 25 (1989), č. 3

— Lüftungstechnische Anlagen bei der Rekonstruktion von Krankenhäusern (Vzduchotechnická zařízení při rekonstrukci nemocnic) — *Koch, Irmscher*, 115.

— Zum Einfluss des Strahlungsanteils des

TGA-Systems auf den Energiebedarf (Vliv podílu záření systému TGA na potřebu energie) — *Gresitza*, 116—117.

— Nutzung von Computern bei der Projektierung lüftungstechnischer Anlagen (Použití počítačů při projektování vzduchotechnických zařízení) — *Pauls, Scheve, Fauth, Leucht*, 118—121.

— Zur Auslegung von Breitschaufel-Axialventilatoren (Ke stanovení rozměrů osových ventilátorů se širokými lopatkami) — *Stangl, Weinhold*, 121—124.

— Einsatzerfahrungen mit dem Scheibenbefeuchter bei Wasser höherer Härte sowie erhöhten Reinheitsforderungen (Zkušenosti s deskovým zvlhčovačem při použití vody o vyšší tvrdosti jakož i za požadavků na zvýšenou čistotu) — *Jahn*, 125—127.

— Dresdner Verfahren der Rauchgasreinigung. Erfahrungen bei der Sekundärenergienutzung mit Wärmepumpen (Dražďanský způsob čištění kouřových plynů. Zkušenosti s tepelnými čerpadly při využití sekundární energie) — *Heinrich, Schramm, List, Schenk, Vogel*, 127—130.

— Zur Berechnung des jährlichen Heizenergiebedarfs von Gebäuden aus einer Jahresbilanz (K výpočtu roční potřeby energie na vytápění budov z jedné roční bilance) — *Petzold*, 130—135.

— Klima- und Kältetechnische Anlagen in der Textilfabrik Managua — Nikaragua (Klimatizační a chladicí zařízení v textilní továrně v Managui — Nikaragua) — *Ross, Volker*, 135—137.

— Energetische Kenngrößen der Kreisprozesse von Verdichter—Drossel—Kühlsystemen mit Mehrkomponenten—Arbeitsstoffen optimaler Zusammensetzung (Energetické charakteristické veličiny oběhů kompresorových klapkových chladících systémů s vícesložkovými pracovními látkami optimálního složení) — *Lavrenchenko*, 137—140.

— Optimale Schaltungen für Heizzentralen mit Wärmepumpen (Optimální zapojení pro vytápění ústředny s tepelnými čerpadly) — *Zschrnig*, 140—145.

— Untersuchungen zur Heizlast von Bauwerken — TGL 26760 (Studia k působení vytápění na stavby — TGL 26760) — *Pfeifer*, 147—149.

— Thermischer Komfort in Reisezugwagen unter extremen klimatischen Bedingungen (Tepelná pohoda v cestovních železničních vozech za mimořádných klimatických podmínek) — *Henatsch, Hofer*, 149—151.

— Zur Kondensation an der Umfassungskonstruktion in unbeheizten Gebäuden (Ke kondenzaci na obvodové konstrukci v nevytápěných budovách) — *Hahn*, 151—154.

— Analyse des thermischen Verhaltens erdreichgebetter Wärmespeicher für Lüftungsanlagen (Analýza tepelného chování v zemi uložených tepelných zásobníků pro větrací zařízení) — *Gryglewicz*, 161.

#### Luft- und Kältetechnik 25 (1989), č. 4

- Lüftung in Druckräumen der polygrafischen Industrie (Větrání tiskárenských prostorů polygrafického průmyslu) — *Korneli, Kunze*, 171—173.
- Heizlastverringering durch Lüftungstechnisch angekoppelte 2schalige Aussenwände mit Füllkörperschüttung im Luftspalt (Snížení zátěže vytápění vzduchotechnicky přizpůsobenými dvouskórepovými vnějšími stěnami s výplní ve vzduchové mezeře) — *Richter*, 173 až 178.
- Zur Berechnung des Schallspektrums von Ventilen (K výpočtu zvukového spektra ventilů) — *Dittmar*, 178—181.
- Arbeitsstoffkombinationen für Sorptionskältemaschinen und -wärmepumpen aus ausgewählten Halogenkältemitteln und organischen Lösungsmitteln (Kombinace pracovních látek pro sorpční chladicí stroje a sorpční tepelná čerpadla z vybraných halogenových chladiv a organických rozpouštědel) — *Thies, Najork*, 185—191.
- Die thermodynamische Stoffwerte von R 134a (Termodynamické hodnoty látky R 134a) — *Lippold*, 182—185.
- Auslegung von Spiralwärmeübertragern für eine Kälteanlage mit Zweistoffkältemitteln (Stanovení rozměrů šroubových výměníků tepla pro chladicí zařízení s dvousložkovými chladivými) — *Naimel*, 191—193.
- Die Entwicklung der Kryotechnik bis zum Jahr 2000 (Vývoj kryotechniky až do roku 2000) — *Brodjanskij, Grachev*, 193, 195.
- Zur Mindestgeschwindigkeit für den pneumatischen Staubtransport durch horizontale Förderstrecken (K nejmenší rychlosti pro pneumatickou dopravu prachu horizontálními dopravními úseky) — *Michael*, 195—199.
- Mechanische Untersuchungen zur Staubemission an Kleindampferzeugern mit Fliehkraftenstaubung (Studia na základě měřicí techniky prašné emise na malých parních agregátech s odstředivým odprašováním) — *Kalkoff, Ehrlich*, 199—203.
- Beschreibungsmodell zum Ausbreitungsverhalten von Schleifstaub (Popisný model k průběhu šíření brusného prachu) — *Schröer*, 203, 206.
- Diagnostik des technischen Zustands eines Hubkolbenverdichters für Kältemittel (Diagnostika technického stavu pístového kompresoru pro chladivo) — *Milowanow, Lopatin-skaja*, 206—210.
- Einsatz elektrischer Felder zur Kälteerzeugung und zur Reinigung von Gasen (Ölabscheidung) (Použití elektrických polí na výrobu chladu a čištění plynů — odlučování olejů) — *Grachev, Orlov, Fedorov*, 212—213.

#### Luft- und Kältetechnik 26 (1990), č. 1

- Befeuchtungsverfahren für Lüftungstechnische Anlagen in reinen Räumen (Způsob zvlhčování pro vzduchotechnická zařízení v čistých prostorách) — *Schwenke, Lang, Uhlmann, Pätz*, 3—5.

— Verfahrenstechnische und regeltechnische Gesichtspunkte bei der Konstruktion der Düsenkammern der Klimablock-Baureihe KB KB 21 S bis KB 27 S und bei der Auslegung ihrer Wasserkreisläufe (Přístrojově technická a regulačně technická hlediska při konstrukci směšovačích komor konstrukční řady klimatizační jednotky KB 21 S až KB 27 S a přistanovení rozměrů oběhů vody) — *Uhlmann, Heyde, Grossmann*, 6—9.

— Axialventilatoren für Klimablocke in Anlagen der Reinraumtechnik (Osové ventilátory pro klimatizační bloky v zařízeních techniky čistých prostorů) — *Klinsenberg, Liebau*, 10 až 14.

— Reinraumventilatoren-Baureihe; Neuentwickelte Axialventilatoren aus dem VEB Turbowerke Meissen (Konstrukční řada ventilátorů pro čisté prostory; nově vyvinuté osové ventilátory z kombinátu VEB Turbowerke Meissen) — 14—16.

— Beeinflussungsmöglichkeiten der Laufruhe von Ventilatoren im Stadium der konstruktiven Dimensionierung (Možnosti ovlivnění tichého chodu ventilátorů ve stadiu konstrukčního dimenzování) — *Rahn*, 16—17.

— Örtliche Lüftung und Klimatisierung in Industrie- und Gesellschaftsbauten (Místní větrání a klimatizace v průmyslových a společenských stavbách) — *Scheunemann*, 19—22.

— Indirekter Drucksensor zur Messung kleiner Druckdifferenzen (Nepřímé tlakové čidlo k měření malých tlakových rozdílů) — *Neubert, Petry*, 22—27.

— Der Kapazitive Luftfeuchtesensor — ein modernes Messgerät der Klimatechnik (Kapacitní čidlo vlhkosti vzduchu — moderní měřicí přístroj klimatizační techniky) — *Voigt, Krusche, Fiedler*, 24—28.

— Die Klimablock-Baureihe des VEB Maschinenfabrik Halle mit dem Spezialeinsatzgebiet Reinraumtechnik (Konstrukční řada klimatizačních bloků podniku VEB Maschinenfabrik Halle se speciální oblastí použití v technice čistých prostorů) — *Beyer, Münzner, Jähnichen*, 28—32.

— Beurteilung der energetischen Effektivität von Kältemittelverdichtern (Posouzení energetické účinnosti kompresorů chladiv) — *Günther*, 32—37.

— Mikroelektronische Komplexsteuerung für Kälteanlagen (Mikroelektronické komplexní řízení pro chladicí zařízení) — *Dinger*, 37—41.

— Thermodynamische Bewertung alternativer Kältemittel im Zusammenhang mit dem FCKW-Restriktionen (Termodynamické zhodnocení alternativních chladiv v souvislosti s omezením FCKW — fluorochloruhlovodíků) — *Morgenstern, Ebinger, Senst, Vollmer*, 41 až 44.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 5

— Licht und Schatten (Světla a stíny na frankfurtském veletrhu) — *Genath B.*, 346 bis 350.

— Sanitärplanung im Gesundheitswesen — 3 (Navrhování zdravotní techniky pro zdra-

voťnictví — díl 3) — *Feurich H.*, 356—360 dokonč.

— Geringere Wasseverluste (Nepatrné ztráty vody v soustavě) — *Gohl A.*, 363—364.

— Änderungen der Heizkosten- und der Neubaumieten-Verordnung (Změny výdajů za vytápění a nařízení o nájmeh v novostavbách) — 365—366.

— Forschungsarbeiten und Forschungsergebnisse aus der DDR (Výzkumné práce a jejich výsledky v NDR) — 367—370.

— Unfall Bad Honnef: Überdruck im Gasnetz — was passiert? (Neštěstí v Lázních H.: co udělá přetlak v rozvodném plynovém potrubí) — 373—374.

— Mit Rauchabzugsanlagen wäre weniger passiert (Příčina požáru v kovozpracovatelském závodě — a co funkce kouřových odtahů?) — 375—379.

— Schnee- und Eisfrei (Účinnost vytápění velkých komunikačních ploch proti sněhu a náledí) — *Läge K.*, 380—384.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 6

— Hydraulische Weiche für Mehr-Kesselanlagen (Hydraulická stabilita pro zařízení s více kotly) — 430.

— Neue Erkenntnisse zum Lochfrass an Kupferrohren (Nové poznatky o proděravění měděného potrubí) — *Grafkes H.*, *Akin O.*, 433—436.

— „Der Architekt ein Hindernis“ (Pomoc tepelných techniků architektům je nutná) — 437—438.

— Start der Europäischen Normung für die Lüftungs- und Klimatechnik (Normování v oboru větrání a klimatizace v Evropě startuje) — 439—440.

— „Keine nivellierten Standards in Europa“ (V Evropě nedojde ke snížení úrovně v oboru) — *Ehm H.*, 443—447.

— Vor den Schluck aus dem Meisterpokal (Robert-Mayer škola pro výchovu instalatérů ve Stuttgartu) — 448—450.

— Sanitär-Perspektiven in öffentlichen und gewerblichen Bereich (Příloha sestavená z kratších statí z celého oboru ZT) — S 1—S 86.

— Ein Mittelständler heizt der britischen Rheinarmee ein (Počítačové řízení zařízení ZTV) — 454—456.

— ish (Materiálová nabídka) — 458, 460, 463, 464.

— Wirsbo: Moderne Rohrfertigung soll Qualitätsstandard sichern (Firem. sdělení: potrubí pro zdravotní techniku) — 466, 468.

— EHT: Fussbodenheizung mit Luftheizung kombiniert (Firem. sdělení: podlahové vytápění kombinované s teplovzdušným) — 469, 470.

— WL-Umweltschutz: Sicherheitssperren gegen verunreinigtes Lösch- und Hochwasser (Firem. sdělení: Pojistné klapky proti znečištěné hasicí a vzduté vodě) — 471.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 7

— Verseuchtes Trinkwasser für deutsche Fussballer (Velta-Kongress — Zamořená voda ve sportovním zařízení) — 488—490.

— Beitrag auch zur Sicherung der Qualität (Zpětné získávání tepla s tepelnými čerpadly v závodě zpracovávajícím umělé hmoty) — 491—494.

— Fehler bei der Bemessung von Warmwasser-Zirkulationsleitungen und Umwälzpumpen nach DIN 1988 Teil 3 (Chyby při proměřování teplovodního oběhového potrubí a napojených čerpadel podle DIN 1988 část 3) — *Feurich H.*, 497—503, 512 pokrač.

— Zwei Jahre Schadensforschung (Zkoumání škod na střeších kolínského hlavního nádraží) — *Lummel H.*, 504—508.

— Regenwasser zur Autowäsche (Dešťová voda k mytí aut) — 509—512.

— Ersatzstoffe sind verfügbar (Příspěvek k problému „ozónové díry“) — *Genath B.*, 513—517.

— Sieben Gebäude, ein Hausmeister und ein Rechner (Sedm budov, jeden domovník a jeden počítač) — 520—522.

— Zuluftfilter für Klimaanlage: Freudenberg-Fachpreesetage enthüllen neue Markt-tendenzen (Nové filtry pro klimatizaci) — 523.

— Garagenlüftung nicht übertechnisieren (Firem. sdělení: nepřetechnizované větrání garáží) — 524, 526.

— LTG Raumluftströmungen besser im Griff (Firem. sdělení: ovladatelnost proudění vzduchu ve větraném prostoru) — 527.

— Intek: Strom soll Kalk und Korrosion stoppen (Firem. sdělení: filtrace vody) — 528.

— Isowa: Dehnpolster für Fernheizungen (Firem. sdělení: kompenzace na dálkových topných potrubích) — 530.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 8

— An gangbaren Wegen mangelt es nicht (Spalování chudé na NO<sub>x</sub>) — 547—550.

— Zwei Meter Rohr für die Fussbodenheizung (Solární vytápění rodinného domku) — 551—552.

— Fehler bei der Bemessung von Warmwasser-Zirkulationsleitungen und Umwälzpumpen nach DIN 1988 Teil 3-II/ (Chyby při proměřování teplovodního oběhového potrubí a napojených čerpadel podle DIN 1988 část 3-II) — *Feurich H.*, 556—559 pokrač.

— Die Schaltfolge hat erheblichen Einfluss (Rozhodující vliv na hospodárnost otopné soustavy s více kotly má režim zapínání) — 567—569.

— Lebensdauer von 40 Jahren erwartet — 8 (Očekávaná životnost 40 let — díl 8) — *Saunus Ch.*, 575—579 pokrač.

— Energieeinsparung in einem Studentenwohnheim (Spoření energie ve studentském domově) — 580—582.

— Legionellen-tötende Wasserversorgung in Krankenhäusern (Zásobování nemocnice nezávadnou vodou) — *Dünnleder W.*, 583—585.

— Buderus: Mit Doppelflippe geringste Kondensatprobleme (Firem. sdělení: řešení kondenzačního potrubí) — 586—588.

— Stumpf + Müller: Bei Wasser, Licht, Luft und Wärme im richtigen Element (Firem. sdělení: zdravotní technika) — 590—591.

— Comfort-Sinusverteiler: Hydraulische Weichen für Mehrkesselanlagen (Firem. sdělení: hydraulická stabilita při vícekotlové soustavě) — 592—594.

— CTC: Legionellen-freies Warmwasser (Firem. sdělení: hygienicky nezávadná teplá voda) — 594—595.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 9

— Ein Auftrag und eine klare Antwort (Spoření vody může i ohrožovat zdraví) — Wagner I., 611—613.

— Das austretende Wasser füllte den Keller ...“ (Škody na vodovodních potrubích způsobované mrazy) — 614—616.

— Probleme sind programmiert (Určování hluku z instalačních rozvodů podle DIN 4109) — Fuchs H. V., Fischer H. M., 621—625.

— Ausweg die offene Brennkammer? (Kysličníky dusíku a koroze potrubí) — 626—628.

— Pumpe-Warmwasser-Zirkulationssysteme — Funktionsstörungen und Ursachen (Teplodvodní oběhové soustavy s čerpadly — funkční poruchy a jejich příčiny) — Saunus Ch., 631—638, 641.

— Zur dynamischen Belastbarkeit vernetzter PE-Rohre (Dynamické namáhání trub v sítích z polyetylénu) — Poschet G., Schmachtenberg E., 642—648.

— Die Sauna ist eine Kältekammer dagegen (Dovoz topného oleje pro NSR) — Genath B., 652—656.

— Brötje: Die neuen 3 T — Kessel laufen vom Band (Firem. sdělení: kotle 3 T z výrobního pásu) — 658, 661, 662.

— Köbler: Marmorverkleidung — eine neue Einnahmequelle für Installateure (Firem. sdělení: mramorové obklady — nový zdroj příjmů pro instalatéry) — 662—665.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 10

— Wärmepass wieder im Gespräch (Opět se hovoří o spotřebě energie na vytápění) — Peters A., 687—689.

— Lebensdauer von 40 Jahren erwartet — Teil 9 (Předpokládaná životnost 40 let — díl 9) — Saunus Ch., 690—694.

— Mit einfachen Filtertüchern ist schon einiges getan (S jednoduchými látkovými filtry bylo již mnoho vykonáno) — Sonntag H. G., 697—698.

— Das „verfügbare Rohrreibungsdruckgefälle“ als Rechengröße in DIN 1988, Teil 3 und dessen Einfluss auf die Rohrleitungsdurchmesser („Pohotový tlakový spád pro čištění potrubí“ jako výpočtová jednotka v DIN 1988 díl 3 a její vliv na výpočet průřezu potrubí) — Rickmann B., 700—704.

— Hygienische Warmwasserversorgung in

Mehrfamilienhäusern und Hotels (Hygienické zásobování teplou vodou rodinných domů pro více rodin a hotelů) — Dünndler W., 707—710.

— Vorsorgende Instandhaltung und vorbeugender Brandschutz bei Erd- und Flüssiggasanlagen (Péče o dobrý provozní stav a preventivní požární ochrana u zařízení na zemní a tekuté plyny) — Preisler H. A., 711—714.

— Tausend auf einen Streich — Vorwandinstallation in Mietwohnungen (Modernizace v bytech — sanitární instalace na prefapříčkách) — Rapp W., 719—721.

— Biral Pumps: Neuentwicklungen für die 90er Jahre (Firemní sdělení: vývoj v čerpadlech v 90tých letech) — 731.

— Guldager System: Elektrochemischer Korrosionsschutz in Heizungsanlagen (Firemní sdělení: elektrochemická protikorozi ochrana v otopných zařízeních) — 732.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 11

— Der Staat will auch bessere Altanlagen (Stát má zájem na kvalitní modernizaci starých budov) — Glatzel W. D., 766—770.

— Richtiges Heizen in historischen Gebäuden (Historické stavby třeba správně vytápět) — Künzel H., 771—772.

— Was wird wo zukünftig verbrannt? (Co a kde bude v budoucnu spalováno?) — Hemmers R., 775—777.

— Lebensdauer von 40 Jahren erwartet — Teil 10 (Předpokládaná životnost 40 let — díl 10) — Saunus Ch., 778—782, 785.

— „Die wollen gern dieses Problem auf den Anlagenbauer verlegen“ (K problematice vytápění a větrání — zodpovědný přístup) — Kröschel N., 786—789.

— Klimatechnik — Forschung (Výzkumy v oboru klimatizace — souhrny) — 790—792.

— TGA in Holland: Offen, dynamisch und wachstumsorientiert (Rozvoj klimatizace v Holandsku) — 795—796.

— OP-Räume: Gefährliche Keime werden herausgeschwemmt (Nebezpečné zárodky budou z operačních sál odstraněny) — 798—801.

— Formel 40: Ein Boot wirbt fürs Image (Firemní sdělení: voda a dynamika — v oběhovém čerpadle stejně jako v námořní jachtě) — 802—804.

— Ein Klär-Park als Hinterhof: Neue Versuche mit Grauwasser (K problematice odpadních vod v obytných objektech) — 806—812.

— Gebrüder Bruns: Kesselschmiede für manchen Grossen der Branche (Firemní sdělení: malé otopné kotle) — 820—823.

— Viessmann: 10 Jahre in Berlin (Firemní sdělení: výrobní program výrobce kotlů) — 824—825.

— Streif: Brandschutzventile mindern Unfallgefahr (Firemní sdělení: protipožární zařízení) 826—827.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 54 (1989), č. 12

— In Kombination mit Wärmepumpe fast überall möglich (Vytápění zemním teplem ve Švýcarsku) — Weber R., 844—846.

— Die Sanitärindustrie schläft weiter! (REHA '89 — zařízení pro tělesně postižené) — *Philippin D. P.*, 848—850, 852.

— Abhängigkeit der Wärmecharakteristik von den geometrischen und qualitativen Parametern der Gebäude (Závislosti tepelných charakteristik na geometrických a kvalitativních ukazatelích budovy) — *Vaverka J.*, 854—859.

— Halogene: Die Branche ist sich noch uneins (Problémy koroze — obor není dosud jednotný) — *Genath B.*, 860—862.

— Für 5000 DM mehr eine hygienische Raumheizung (Modernizace obytných domů — vytápění a větrání) — 863—865.

— Die Wärmeleistung von Radiatoren und Konvektoren (Tepelné výkony radiátorů a konvektorů) — *de Vit J., Paulsen O., Rachlitz C. O.*, 866—868.

— Ein deutliches Ausrufezeichen hinter Frankfurt und seinen Ausstellungen (Veletržní výšková budova ve F. n. M.) — 870—876, 878 až 881 pokrač.

— Trox: Luftquellen der Zukunft im neuen Verwaltungsgebäude (Firemní sdělení: větrání v administrativní budově — podlahové) — 886.

— Dywidag: Kleinkläranlagen für Hotels und Wohnblocks (Firemní sdělení: malé čistírny pro hotely a domovní bloky) — 888—890.

— Hummel: Erweiterte Produktpalette (Firemní sdělení: rozšíření výroby — ventil k topným tělesům aj.) 892—893.

#### Sanitär- und Heizungstechnik 55 (1990), č. 1

— Milliarden/Programm für den Wohnungsbau (Miliardový program bytové výstavby) — 10—13.

— Weltweiter PE-Absatz noch stabil — aber PP rückt nach (Odbyt PE trub se rozširuje, PP ustupuje) — 14—16.

— „In der Beziehung zwischen uns und unseren Kunden gibt es keine Probleme“ (Problémy koroze a spalin u současných výrobků) — 19 až 23.

— Der gute Weg zurück zur Steinzeit (Kachlová kamna — cesta do doby kamenné) — 24 až 26.

— Eignung von Kunststoffen für Abgasleitungen — Erste Ergebnisse (Potrubí z nových hmot pro odvody spalin — první zkušenosti) — *Höss A., Steiglechner O.*, 29—31.

— Ein deutliches Ausrufezeichen hinter Frankfurt und seinen Ausstellungen 2/ (Veletržní výšková budova ve F. n. M. — díl 2) — 32 až 34, 36.

— Physikalische Wasseraufbereitung noch ohne wissenschaftliche Grundlage (Úprava vody fyzikálními postupy stále bez vědeckých podkladů) — 39—60 diskuse.

— Viega: Rationellere Doppelmontagen nach der neuen DIN 1988 (Firemní sdělení: montáž potrubí podle nové DIN 1988) — 62, 64.

— Conti-Armaturen: Noch mehr Komfort für Reihenduschen- und -waschanlagen (Firemní sdělení: společné umývárny a sprchárny s větším komfortem) — 66, 68.

— MNG: Elektronischer Messcomputer ermöglicht höhere Qualität und Stabilität des Rege-

lungs (Firemní sdělení: kvalitní regulace řízená počítačem) — 70—71.

#### Stadt- und Gebäudetechnik 43 (1989), č. 1

— Numerische Simulation des Regelkreises „Raum — örtlich geregelter Heizkörper“ (Číselné vyjádření regulačního obvodu „prostor — místní regulace otopných těles) — *Knoll K.*, 2—4.

— Leistungssteigerung bei Wärmeübertragern — Forschung und Produktion im Kombinat Technische Gebäudeausrüstung (Stoupání výkonů topných médií — výzkum v kombinátě TZB) — *Morenz W.*, 4—6.

— Einsatz und Nutzen der EDV in der TGA-Projektierung (Použití a využití počítačů při navrhování TZB) — *Körtge J., Fröhlich E.*, 6—8.

— Befestigung von Strahlplatten mittels Stahlseilen — eine neue Montagetechnologie (Upevňování zařízení pomocí ocelových lan — nová montážní technologie) — *Lindner L., Wetzel J., Pujock D.*, 8—9.

— Zur Verbessung von Spiralrippenrohr-Wärmeübertragern nach TGL 180—1202 — Erhitzer (Počáteční měření topidel — spirálních žebrovaných trub dle TGL) — *Tesche P.*, 10—15.

— Auslegungsdigramm für Spiralrippenrohr-Wärmeübertrager (Diagram pro navrhování spirálových žebrovaných trub pro vytápění) — *Willmann D.*, 15—17.

— Experimentelle und numerische Präzisierung der Wärmeübertragungsverhältnisse an Deckenstrahlungsheizungen (Experimentální a početní upřesnění předávání tepla stropními sálavými panely) — *Ferchland S.*, 17—20.

— Erfahrungen mit der Strahlheizung in Industriegebäuden in der ČSSR (Zkušenosti se sálavým vytápěním ve výrobních budovách v ČSSR) — *Bašus Vl.*, 21—22.

— Zur Luftführung mit Porenleitungseffekt in Stahlbauten (Kontrola větrání se sekundárními přívody vzduchu ve stájových stavbách) — *Richter W.*, 22—26.

— Analyse der zentralen Wärmeversorgung in der DDR auf der Grundlage der Wärmeenergiebilanzen 1987 (Analýza ústředního zásobování teplem v NDR na základě tepelně energetické bilance 1987) — *Schroeder K. H.*, 27—29.

— Veränderung der Montage von Manometern bei Warmwasser-Heizungsanlagen bis 115 °C (Odlišnost montáže manometrů v soustavách horkovodního vytápění do 115 °C) — *Köhnke M.*, 29.

— Erprobung eines Axial-Wellrohr-Dehnungsausgleichers kleiner Nennweite als Kompensator für Wärmeleitungen (Zkusmbe použití axiálního vlnovce malého průměru jako kompenzátoru pro teplovodní rozvody) — *Elsholz G., Lindner L.*, 30.

#### Stadt- und Gebäudetechnik 43 (1989), č. 2

— Lastannahmen für Sicherheitsventile in Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung —

Teil I (Předpokládané zatížení pojistných ventilů v zařízeních TZB — díl I) — *Glück B.*, 34—36.

— Einsatzgrenzen von Flanschverbindungen (Vymezení použití přírubových spojů) — *Schindler H.*, 36—39.

— Aspekte und Probleme der Wärmeversorgung städtischer Rekonstruktionsgebiete (Hlediska a problémy zásobování teplem rekonstruovaných oblastí ve městech) — *Munser H.*, *Gläser G.*, 39—40.

— Direkteinspeisung durch Ruhedrucktrennung mit Schnellschluss (Přímé spojení pro oddělení zbytkového tlaku u rychlouzávěrů) — *Joksch H. O.*, *Schöbel G.*, 41.

— Die Vorlauftemperaturregelung allein genügt nicht (Regulace teploty přívodu sama o sobě nestačí) — *Deck G.*, 42—43.

— Auswahl von Hausanschlussstationen mittels Personalcomputers bei Bearbeitung von Wärmeversorgungskonzeption (Určování domovních výměňkových stanic pomocí osobních počítačů při zpracovávání koncepce zásobování teplem) — *Hunpal H.*, *Merk M.*, 44.

— Thermostatgerechte Konfiguration und Bemessung der Abnehmeranlage (Termostatické ztvárnění a proměření spotřebitelských přípojek) — *Schlott S.*, 45—48.

— Heizleistung von Raumheizkörpern im Niedertemperaturbereich (Topný výkon topných těles v místnostech v oblastech nižších teplot) — *Schaffrath O.*, 48—52.

— Wirkungsgrad der Warmwasserbereitung in Wohnbauten (Stupeň účinnosti při přípravě teplé vody v bytech) — *Kurth K.*, 53—56.

— Neue energieökonomische Lösungen bei TGA-Anlagen in der Sporthalle 15/30 (Nové, z hlediska energie ekonomické řešení zařízení TZB u sportovní haly) — *Grüger G.*, *Münke J.*, 57—58.

— Zur Problematik der Stadtgas-Qualitätentwicklung (K problematice zlepšování kvality plynu ve městech) — *Kochs A.*, *Zschoke K.*, 59—61.

— Sonderlösung für Abgasanlagen (Zvláštní řešení odtahu spalin) — *Fischer O. E.*, 62—63.

— Metallschläuche als Alternative zum Dehnungsausgleich von Wärmeleitungen im Sekundärbereich (Kovové hadice jako alternativní řešení kompenzace na teplovodních potrubích sekundárního okruhu) — *Elsholz G.*, *Schade A.*, *Lindner L.*, 63—64.

počet teploty vnitřního vzduchu v průmyslových halách s ohledem na tepelnou pohltivost stavebních konstrukcí) — *Oppl L.*, 70—71.

— Berechnungsprogramm zur Ermittlung der inneren Wärmelast (Výpočetní program pro šetření vnitřní tepelné zátěže) — *Würfel H.*, *Reichel M.*, *Trogisch A.*, 71—72.

— Rotierende Regenerativ-Wärmeübertrager für Lüftungs- und Klimasysteme (Obíhající regenerační topné médium pro větrací a klimatizační soustavy) — *Dinzin W. A.*, *Vladimirov W. P.*, *Rosenstein I. L.*, 72—73.

— Erfahrungen aus der Anfallenergienutzung in der Tierproduktion (Zkušenosti s využitím odpadových energií v živočišné výrobě) — *Kürschner K.*, *Werner P. H.*, 73—75.

— Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten eines Pralplattenluftauslasses (Vlastnosti a možnosti použití deflektorů na výustkách) — *Zschernig J.*, *Trogisch A.*, 76—78.

— Erdwärmeübertrager als Komponente der LTA (Média pro přenos zemního tepla pro větrací soustavy) — *Arndt U.*, 78—79.

— Anwendung von Strahlapparaten in der Lufttechnik (Použití zářičů ve vzduchotechnice) — *Radwanski J.*, *Kražuska A.*, *Ekiert S.*, 80—81.

— Zur Ähnlichkeit der Luftströmung im beheizten Raum (Podobnost proudění vzduchu ve vytápěných místnostech) — *Plath H.*, 81—83.

— Türabschirmungen für Handelsobjekte (Dveřní tepelná clona pro obchodní budovy) — *Kramer R.*, 84.

— ILKA — Luftentfeuchtungsgerät aus dem VEB Maschinen- und Apparatenbau Schkeuditz (ILKA — odvlhčovač vzduchu) — *Sommer R.*, 85.

— Verbrennungsluftversorgung für Gasanwendungsanlagen in Wohnungen (Přivádění vzduchu ke spalování pro plynové spotřebiče v bytech) — *Kurth K.*, 86—89 a 3. str. obálky.

— Lastannahmen für Sicherheitsventile in Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung — Teil II (Předpokládané zatížení pojistných ventilů u zařízení TZB — díl II) — *Glück B.*, 90—92.

— 6. Fachtagung Heizungs- und Lüftungstechnik (6. oborový den vytápění a větrání v Berlíně) — *Drechsler W.*, 93—94.

## Staub Reinhaltung der Luft 49 (1989), č. 9

### Stadt- und Gebäudetechnik 43 (1989), č. 3

— 10. Fachtagung Lüftung- und Klimatechnik 1989 — unter dem Motto „Klimatechnik — neue Anforderungen, neue Lösungen“ (10. oborové dny větrání a klimatizace na téma „klimatizace — nové poznatky, nová řešení“) — *Trogisch A.*, 66—67.

— Die Berechnung der kombinierten Lüftung von Industriegebäuden (Výpočet kombinovaného větrání v průmyslových stavbách) — *Dietze L.*, 68—69.

— Berechnung der Innenlufttemperaturen in Industriehallen unter Berücksichtigung der Wärmespeicherung in Baukonstruktionen (Vý-

— Technische Regeln als Instrument für den Umweltschutz (Technická pravidla jako pomůcka pro ochranu životního prostředí) — *Salzedel J.*, 281—285.

— Moderne Umweltanalytik — Entscheidungshilfe oder Verunsicherung? (Moderní analytika životního prostředí — rozhodující pomoc nebo nejistota?) — *Buck M.*, 287 až 290.

— Problematik bei der Bestimmung des Schwefelemissionsgrades (SEG) bei niedrigen SO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Problematika při stanovení stupně emise síry u nízkých koncentrací SO<sub>2</sub>) — *Biniaris S.*, *Hamacher V.*, 291—294.

- Verfahren zur Berechnung von Luftkonzentrationen bei Freisetzung von Stoffen aus flüssigen Produktgemischen. Teil 2 (Způsob výpočtu vzduchových koncentrací při uvolňování látek z kapalných výrobních směsí. Díl 2.) — *Gmehling J., Weidlich U., Lehmann E., Frohlich N.*, 295—299.
  - Stand und Entwicklungstendenzen der Lüftungstechnik in Industrie- und Komforträumen (Stav a vývojové směry vzduchotechniky v průmyslových prostorách a komfortních místnostech) — *Brunk M. F.*, 301—307.
  - Grundlegende Untersuchungen zum Abscheideverhalten der Elektret-Filter. Teil 1 (Základní studia k průběhu odlučování u elektretových filtrů. Díl 1.) — *Lathrache R., Fissan H.*, 309—314.
  - Umwelttechnik für Juristen — Umweltrecht für Ingenieure. Technische Regeln — Umsetzung in die Praxis (Technika životního prostředí z hlediska inženýrů. Technická pravidla — převedení do praxe) — *Engels L. H., Pinter H.*, 277.
  - Grussworte des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Pozdravná slova ministra NSR pro životní prostředí, ochranu přírody a jadernou bezpečnost) — *Töpfer K.*, 278—280.
  - Kritische Luftbelastungen für die Umwelt. UN—ECE Critical Levels Workshop und UN—ECE Critical Loads Workshop (Kritické znečištění vzduchu s ohledem na životní prostředí. Kritické hladiny v dílně a kritické znečištění v dílně) — *Stix E., Schmidt M.*, 315—216.
  - Arbeitsschutz — Qualitätsmerkmal des Managements — Gefahrstoffe — Neue Erkenntnisse und Probleme. 5. Internationales Kolloquium der IVSS-Sektion Eisen- und Metallverarbeitende Industrie (Bezpečnost práce — jakost řízení — škodlivé látky — nové poznatky a problémy. 5. Mezinárodní kolokvium sekce IVSS „železární a kovoprůmysl“) — *Engels L. H.*, 317—320.
  - Umweltpolitik und Umweltrecht im EG-Binnenmarkt (Politika životního prostředí a právo vztahující se k životnímu prostředí v rámci Evropského společenství) — *Engels L. H.*, 285.
  - Software für den Umweltschutz (Software na ochranu životního prostředí) — *Engels L. H.*, 299.
  - Niedrigste Schwefeldioxidbelastung in Nordrhein-Westfalen seit 1964. Abnahme von mehr als 40 % gegenüber dem Vorjahr (Nejnižší znečištění kyslíčnickem sřiřitým v Severorýnském Westfálsku. Snížení o více než 40 % ve srovnání s předchozím rokem) — *Engels L. H.*, 299.
  - Neuartige Konstruktionsprinzipien für Elektrofilter im Rahmen des Umweltforschungsplanes untersucht (Studium nových konstrukčních principů pro elektrické odlučovače v rámci výzkumného plánu životního prostředí) — 308.
  - Aus der Arbeit des BIA (Z činnosti odborného Ústavu bezpečnosti práce) — 286.
  - Aus der Arbeit der VDI Kommission RdL (Z činnosti komise VDI „čistota ovzduší“) — 300, 321.
- Staub Reinhaltung der Luft 49 (1989), č. 10**
- Einfluss von Ausblasrohren auf die Druckentlastung von Staubexplosionen (Vliv výfukových trubek na tlakové uvolnění prašných explozí) — *Siwek R.*, 327—331.
  - Messung der Wärmeleitfähigkeit abgelagerter Stäube mit einem Heizdraht-Messgerät (Měření tepelné vodivosti usazených prachů měřicím přístrojem s topným drátem) — *John W., Hensel W.*, 333—335.
  - Konzept der Qualitätskontrolle bei Immissionsmessungen (Konzept jakostní kontroly při měření imisi) — *Buck M.*, 337 až 342.
  - Anwendung von Vorschriften und technischen Regeln für Massnahmen zur Luftreinhaltung in der Betriebspraxis — Chemische Industrie (Použití předpisů a technických pravidel na opatření k zajištění čistoty vzduchu v provozní praxi — chemický průmysl) — *Salomon H.*, 343—348.
  - EDV-gestützte organisatorische Abwicklung von Emissionsmessungen in einem Grossbetrieb der chemischen Industrie (Organizace měření emise za použití počítače ve velkém provozu chemického průmyslu) — *Grote A., Hartmann P., Hulpke H., Kujath H. J.*, 349—351.
  - Messverfahren zur Bestimmung der Ölnebel- und Öldampfkonzentrationen an Arbeitsplätzen (Měřicí metoda ke stanovení koncentrací ojeových mlh a olejových par na pracovištích) — *Breuer D., Pfeiffer W.*, 353—357.
  - Emissionsmessung metallischer Abgasinhaltsstoffe (Měření emise kovových látek, obsažených v odpadních plynech) — *Jockel W.*, 359—364.
  - Grundlegende Untersuchungen zum Abscheideverhalten der Elektret-Filter. Teil 2: Bewertung der Filtrationseigenschaften (Základní studia k průběhu odlučování u elektretových filtrů. Díl 2: Hodnocení odlučovacích vlastností) — *Lathrache R., Fissan H.*, 365—370.
  - Ursachenanalyse zur Stickoxidbelastung im Raum Mannheim-Ludwigshafen (Analyza příčin znečištění oblasti Mannheim-Ludwigshafen kyslíčnickem dusnatým) — *Dreier M.*, 371—374.
  - Biologische Abgasreinigung — Praktische Erfahrungen und neue Entwicklungen. Kolloquium und begleitende Fachausstellung, 23. und 24. Mai 1989, Köln (Biologické čištění odpadních plynů — Praktické poznatky a nové vývojové směry. Kolloquium a doprovodná odborná výstava, 23. a 24. května 1989 v Kolíně) — *Paduch M.*, 375—376.
  - Rückgang der Schwefeldioxidbelastung (Pokles znečištění kyslíčnickem sřiřitým) — 332.
  - Emissionsminderung bei einer Feinzinkan-

lage (Snížení emise u zinkovacího zařízení)  
332.

### Staub Reinhaltung der Luft 49 (1989), č. 11

— Ergebnisse der Schwerpunkttation Holzstaub der Hessischen Gewerbeaufsicht (Výsledky těžištní punktace dřevěného prachu, prováděné průmyslovým dozorem v Hessensku) — *Albracht G., Bolm-Audorff U., Grosse-Jäger A., Manthey U., Straub U., Walter A., Weisskopf V.*, 381—384.

— Prüfstandversuche zur Ermittlung der Staubemissionsrate von Holzbearbeitungsmaschinen (Pokusy ve zkušebně ke zjištění stupně prašné emise od strojů na obrábění dřeva) — *Heimann M.*, 385—388.

— Berufliche und ausserberufliche Risikofaktoren von Nasen-Rachentumoren (Rizikové faktory tumorů nosu a hrtanu — vliv povolání a jiný vliv) — *Bolm-Audorff U., Vohel Chr., Woitowitz H. J.*, 389—393.

— Measurements of particle size distribution and dust concentration. Comparative measurements with the Wide Range Aerosol Classifier — WRAC — and other samplers (Měření rozložení velikosti částic a koncentrace prachu. Srovnávací měření za použití vzorkovače aerosolů — WRAC — a jiných vzorkovačů) — *Laskus L., Bake D., König R., Neulen A., Elzacker B. G.*, 395—400.

— Plattenklopfung im Elektrofilter bei feuchten Gasen (Oklepávání desek v elektrickém odlučovači při vlhkých plynech) — *Seiffert N.*, 401—405.

— Grundlegende Untersuchungen zum Abscheideverhalten der Elektret-Filter. Teil 3: Änderung der Filtrationseigenschaften durch Partikelbeladung (Základní výzkumy průběhu odlučování u elektretových filtrů. Díl 3.: Změna filtračních vlastností nabíjením částic) — *Lathrache R., Fissan H.*, 407—411.

— Kühlschmierstoffe — Schutzmassnahmen (Chladicí mazadla — ochranná opatření) — *Sonnenschein G., Pfeiffer W.*, 413—417.

— Holzstaub. Kolloquium der Gewerkschaft Holz und Kunststoff (Dřevěný prach. Kolokvium odborové organizace „Dřevo a plastická hmota“) — *Römer H.*, 379—380.

— Halogenierte organische Verbindungen in der Umwelt. VDI-Kolloquium (Halogenové a organické sloučeniny v životním prostředí. Kolokvium VDI) — *Bollmacher H., Schneider H. W.*, 419—421.

— 21. Deutscher Kongress für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin mit Internationaler Fachmesse (21. Německý kongres bezpečnosti práce a pracovního lékařství s mezinárodním odborným veletrhem) — *Engels L. H.*, 423—426.

— Substitution von Halogen-Kohlenwasserstoffen (Náhrada halogenových uhlovodíků) — 384.

— Änderung der EG-Richtlinie über Grenzwerte und Leitwerte der Luftqualität für Schwefeldioxid und Schwebstaub (Změna směrnice Evropského společenství o mezních hodnotách a vodivosti čistoty vzduchu z hlediska kyslíčnicku siřičitého a poléťavého prachu) — *Engels L. H.*, 405.

— Umweltschutztechnik — bedeutsames Exportgut (Technika na ochranu životního prostředí — významný exportní artikl) — *Engels L. H.*, 411.

— Aus der Arbeit des BIA (Z činnosti odborového Ústavu bezpečnosti práce) — *Otto F.*, 379.

— Aus der Arbeit der VDI-Kommission RdL (Z činnosti komise VDI „čistota ovzduší“) — 394.

### Staub Reinhaltung der Luft 49 (1989), č. 12

— Präparation von Staubkuchen (Úprava prašného koláče) — *Schmidt E., Löffler F.*, 429—432.

— Ein Verfahren zur Messung der Staubbefähigkeit von pulverförmigen Produkten (Způsob měření prašnosti u práškových produktů) — *Bürkholz A.*, 433—438.

— Untersuchungen zur Verteilung von Metallen in Schwebstäuben. Immissionsmessungen im Raume Basel (Šetření rozložení kovů v poléťavém prachu. Měření imise v prostoru Basel) — *Zehring M., Hohl Chr., Schneider A., Schüpbach M. R.*, 439—443.

— Simulation extremer Immissionsbelastungen unter Anwendung der Extremwertstatistik (Modelování mimořádného imisního znečištění za použití statistiky mimořádných hodnot) — *Kamm K.*, 445—448.

— Betriebliche Holzstaubbelastung. Messung, Ergebnisse, Überwachungspraxis und Prävention (Provozní znečištění dřevěným prachem. Měření, výsledky, kontrolní praxe a prevence) — *Wolf J.*, 449—452.

— Nachweis und Identifizierung genotoxischer krebserzeugender Holzinhaltstoffe (Detekce a identifikace genotoxických a rakovinu vyvolávajících látek, obsažených ve dřevě) — *Norpoth K.*, 453—455.

— Die Abluftreinigung bei der Holzspantrocknung (Čištění odpadního vzduchu při sušení dřevěných třísek) — *Schmidt A.*, 457—460.

— Probleme bei der Verwendung und Verbesserung von Atemschutzhelmen (Problémy při použití a úpravě přilb na ochranu dýchacích orgánů) — *Fröhner K. D., Stefan R.*, 461—466.

— Der Einfluss des Windes auf die Ozonbelastung von Pflanzen (Vliv větru na ozónové znečištění rostlinami) — *Janach W., Imboden P.*, 467—472.

— Aus der Arbeit der VDI-Kommission RdL (Z činnosti komise VDI „čistota ovzduší“) — 444, 448.

### Staub Reinhaltung der Luft 50 (1990), č. 1

— 10 Jahre Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit — BIA (10 let odborového Ústavu bezpečnosti práce — BIA) — *Coenen W.*, 1—2.

— Problematik der Beurteilung von Arbeitsbereichen bei Vorliegen von Kühlschmierstoffen. Ein Vorschlag zur praktischen Lösung (Problematika posouzení pracovních oblastí u předložených chladicích a mazacích látek.

Návrh na praktické řešení) — *Blome H., Breuer D., Pfeiffer W., Wolf D.*, 3—6.

— Diffusionssammler zur Probenahme von organischen gas- und dampfförmigen Substanzen in Abgasen (Difúzní vzorkovač na odebrání vzorků organických plynovitých a parotvorných látek v odpadních plynech) — *Canela A., Gruntz U., Mühleisen H., Tanner S.*, 7—12.

— Einsatz der Ionenchromatographie zur Immissionsanalyse von SO<sub>2</sub> (Použití iontové chromatografie na analýzu imise SO<sub>2</sub>) — *Herger P., Kapolka G., Israël G. W.*, 13—15.

— Überlegungen bei der Festlegung des TRK-Wertes für Holzstaub (Úvahy při stanovení hodnoty „TRK“ pro dřevěný prach) — *Blome H.*, 17.

— Neue Wege im Arbeitsschutz (Nové cesty v bezpečnosti práce) — *Abendrott R. R.*, 19—21.

— Konzentrationen ausgewählter Gefahrstoffe in Materialproben aus der Holzwirtschaft. Schwermetalle, chlorierte Phenole, Lindan (Konzentrace vybraných škodlivých látek ve vzorcích materiálu z dřevařského hospodářství. Těžké kovy, chlorované fenoly, lindan) — *Wolf J., Hartung M., Schröder H. G., Schaller K. H., Woeste W.*, 23—28.

— Berufliche Fremdstoffbelastung in der Holzwirtschaft. Ergebnisse einer empirisch-kasuistischen Studie über das Vorkommen von Nasentumoren (Onemocnění z povolání vlivem příměsí v dřevařském hospodářství. Výsledky empirickokaustické studie o předcházení onemocnění nosními nádory) — *Wolf J.*, 29—32.

— Weiträumige Ausbreitungsrechnungen für Schwefelemissionen. Auswirkungen der geplanten Emissionsminderungsmaßnahmen (Výpočty rozsáhlého šíření emise síry. Vliv plánovaných opatření na snížení emisí) — *Halbritter G., Bräutigam K. R., Kupsch Chr., Sardemann G.*, 33—40.

— Electrostatic surface charge density of coal flyashes (Hustota elektrostatického povrchového náboje uhlénného poléttavého popílku) — *Rafailidis S. V., Reizes J. A.*, 41—46.

— Aus der Arbeit der VDI-Kommission RdL (Z činnosti komise VDI „čistota ovzduší“) — 16, 22.

## Staub Reinhaltung der Luft 50 (1990), č. 2

— Eine neue fotometrische In-situ-Messeinrichtung zur Staubkonzentrationsmessung (Nové fotometrické měřicí zařízení „in situ“ k měření koncentrace prachu) — *Coe D., Fabinski W., Klein F., Quirnbach M.*, 47—52.

— Chemische Analyse einzelner Aerosolpartikeln. Analyse mittels Spot-Test und Rasterelektronen-Mikroskopie (Chemická analýza jednotlivých aerosolových částic. Analýza bodovou zkouškou a rastrovou elektronovou mikroskopii) — *Weisweiler W., Gund G.*, 53—57.

— Einsatz der Ionenchromatographie in der Emissionsanalyse von SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> aus Kraftwerksrauchgasen (Použití iontové chromatografie v analýze emise SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> z kouřových

plynů elektráren) — *Erdmann A., Grzeska St., Israël G. W.*, 59—64.

— Staubemission beim Strahlen von Beton (Prašná emise při otryskávání betonového povrchu) — *Heimann M., Heidermanns G., Gelsdorf H.*, 65—69.

— Asbestfasern und Ferruginous Bodies in der menschlichen Lunge. Teil 1: Asbestfaseranalysen bei weitgehendem Ausschuss einer Asbeststaub-Einwirkung am Arbeitsplatz (Asbestová vlákna a železité částice v lidské plicí. Díl 1: Analýzy asbestových vláken při rozsáhlém vyloučení působení asbestového prachu na pracovišti) — *Rödelsperger K., Weitowitz H. J., Patzich R., Brückel B.*, 73—80.

— Der Mensch und sein Ökosystem. Bericht vom 8. Weltkongress Reinhaltung der Luft (Člověk a jeho ekosystém. Zpráva z 8. světového kongresu „čistota ovzduší“) — *Grefen K., Schneider H. W.*, 81—82.

— Aus der Arbeit des BIA (Z činnosti odborevého Ústavu bezpečnosti práce) — 57.

— Aus der Arbeit der VDI-Kommission RdL (Z činnosti komise VDI „čistota ovzduší“) — 57—58.

## Vodosnabženie i sanitarnaja technika (1989), č. 9

— Proektirovanije vodonesušičich setej v složnyh inženerno-geologičeskich uslovijach (Projektování vodních sítí ve složitých inženýrsko-geologických podmínkách) — *Jaroslavskij L. V.*, 6—7.

— Effektivnyje konstrukcii trub iz betona i železobetona (Účinné konstrukce potrubí, z betonu a železobetonu) — *Cionskij A. L., Ljubarov A. M., Chljupin L. P.*, 8—9.

— Kontrol' kačestva vnutrennej poverchnosti plastmassovyh trub (Kontrola kvality vnitřního povrchu potrubí z plastických hmot) — *Dobromyslov A. Ja., Šaškova I. L., Davydov Ju. S.*, 9.

— Sooruženie vodovoda iz polietilenovyh trub (Stavba vodovodu z polyetylénnového, potrubí) — *Šerstnev A. D., Zil'berberg S. D.*, 10—12.

— Nomogramma dlja gidravličeskogo rasčeta sistem vodjanogo otoplenija (Nomogram pro hydraulický výpočet teplovodního vytápění) — *Slemzin V. A., Vjalkova N. S., Lomakin A. S.*, 12—14.

— Opyt raboty tresta Podzemstroj (Zkušební z práce trustu Podzemstroj) — *Rylov Ju. M., Kornejčuk G. K.*, 15—16.

— Sokraščenie raschoda vody v gal'vaničeskome proizvodstve (Snížení spotřeby vody v galvanizovně) — *Mazo A. A.*, 17.

— Povyšenie ekspluatacionnoj nadežnosti i effektivnosti raboty centrozobnyh nasosov (Zvýšení provozní schopnosti a účinnosti práce odstředivých čerpadel) — *Agapčev V. I.*, 18 až 20.

— Prokladka truboprovodov vneploščadočnyh sistem vodosnabženija (Kladení potrubí pro zásobování vodou) — *Bojarinov Ju. A.*, 21—22.

- Ekonomičeskaja ocenka vnutrennich vodoprovodov žilych zdanij (Ekonomické hodnocení vnitřních vodovodů obytných budov) — *Čistjakov N. N., Mchitarjan M. G., Isaev V. N.*, 4—6.
- Sozdanie podzemnych vodochranilišč (Vytváření podzemních zásobníků) — *Černov A. S.*, 6—8.
- Vybór datčika urovnja pri gidravličeskom metode izmerenija raschoda vody v kanale (Volba hladinoměru při hydraulické metodě měření průtoku vody v kanálu) — *Jermolin Ju. A.*, 8—9.
- Organizacija raboty vodopodgotovitel'nogo oborudovanija (Organizace provozu na úpravu vody) — *Ben'jamovskij D. N., Žuchovickij V. B., Meller V. Ja.*, 10—11.
- Lučistoe otopenie avtonomnymi gazovymi toplogeneratorami (Sálavé vytápění plynovými jednotkami) — *Kasumov A. Ch., Naumov A. I., Buljčeva O. P.*, 12—14.
- Sistemy vytjažnoj ventiljacii žilych zdanij (Systémy mechanického větrání obytných budov) — *Ivanov O. Ju., Černych L. F., Žukova I. V.*, 15—16.
- Na remontnych predprijatijach Gosagroproma UzSSR (Oprávněnské závody Gosagropromu UzSSR) — *Gackevič Ju. E., Raev M. B.*, 17.
- Materialoemkost' lopastnych i električeskich nasosov (Spotřeba materiálu pro lopatkovú a elektrická čerpadla) — *Kas'janov V. I.*, 18—20.
- Effektivnost' utilizacionnych otopitel'no-ventiljacionnych agregatov (Účinnost vytápěcích a větracích jednotek) — *Semernjuk L. G., Sergienko S. V., Moiseev V. I., Baranovskaja S. V.*, 20—23.
- Rasčet pervičnych otstojnikov na programiruemych mikrokal'kuljatorach (Výpočet usazováků na programovatelných mikrokalkulačkách) — *Tregubenko N. C.*, 23—24.
- Normirovanie sbrosa zagrjaznajuščich veščestv v vodnye objekty (Normování vypouštění škodlivin do vody) — *Jakovlev S. V., Alekseev M. I., Mišukov B. G., Cvetkova L. I., Kopina G. I.*, 26—28.

**Vodosnabženie i sanitarnaja tehnika (1989), č. 11.**

- Ob opyte inventarizacii promyšlennych stočnych vod (Zkušenosti s inventarizací průmyslových odpadních vod) — *Maljuta V. F., Gimpel' S. B., Morozov A. E., Legašova E. V., Čaninėva V. G.*, 4—5.
- Očištka stočnych vod krasil'no-otdeločnych proizvodstv (Čištění odpadních vod z lakoven) — *Berezin S. E., Vasin N. V., Dmuchažlo E. I., Mjasnikov I. N., Jakovlev S. V.*, 6—7.
- Processy bioobrastanij sistem pit'evogo i tehničeskogo vodosnabženija (Procesy biologického zanášení systémů pro zásobování pitnou a užitkovou vodou) — *Balašova B. V., Gorjainova G. S.*, 8—9.

— Novyj flokuljant dlja očištki vody (Nový flokulant pro čištění vody) — *Karelin Ja. A., Jakubovskij E. P., Jaromskij V. N., Gulevič A. L.*, 9.

- Osobennosti teploobmena v pomeščeníi pri vozdušnom otopeníi (Zvláštnosti výměny tepla v místnosti při teplovzdušném vytápění) — *Sadof'eva L. N.*, 10—12.
- Vozduchoraspredeleiteli dlja pritočnych sistem s peremennym raschodom vozducha (Vyústky pro systémy přívodu vzduchu s proměnným průtokem) — *Molodkin I. F.* 12.
- Sistemyj podchod k ocenke teplovoj effektivnosti zdanija (Systémový přístup k hodnocení tepelné účinnosti budovy) — *Tabunščikov Ju. A., Brodač M. M.*, 13—14.
- Vodosnabženie i vodootvedenie v ekstremal'nych uslovijach (Zásobování vodou a odvod vody v extrémních podmínkách) — 15 až 17.
- Delimsja opytom proektirovanija (Projektování vzduchotechnických systémů) — *Zaboltnyj A. P.*, 18—20.
- Optimizacija režimov raboty regulirujuščich emkostej (Regulační kapacity) — *Svincov A. P.*, 21—22.
- Promyšlennye ispytanija separatora OVG-602K (Průmyslové zkoušky separátoru OVG-602K) — *Koblov V. M.*, 23—24.
- Rasčet aerotěnka na programiruemych mikrokal'kuljatorach (Výpočet aktivací nádrže na programovatelných mikrokalkulačkách) — *Tregubenko N. S.*, 25—27.

**Vodosnabženie i sanitarnaja tehnika (1989) č. 12**

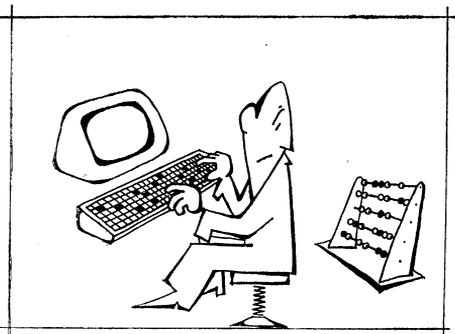
- Agroekologičeskije svojstva i osobennosti utilizacii osadkov stočnych vod (Agroekologické vlastnosti a zvláštnosti využití sedimentů odpadních vod) — *Kasatikov V. A., Burlakov A. A., Skuratovskaja L. M., Sal'nikova K. S., Kasatikova S. M.*, 7—8.
- Očištka vozducha ot melkodispersnych aerolej (Čištění vzduchu od jemných aerosolů) — *Pirumov A. I., Provolovič O. V., Kanarskij A. V., Irtegová L. F., Čerezova T. V., Dobroskokin N. V., Kibardin R. N., Tunicyn I. N., Nonezov R. G., Kajpoksin L. K.*, 9—10.
- Sistema očištki proizvodstvennych pomeščeníj ot fenola (Systém čištění výrobních prostorů od fenolu) — *Melidi G. E., Šarutina V. A.*, 10—11.
- Primenenie metoda poljarizacionnogo soprotivlenija dlja izmerenija skorosti korrozií (Využití metody polarizačního odporu pro měření rychlosti koroze) — *Sazonov R. P., Kuznečova A. S., Grišanina N. I., Bogačev A. F., Gerasimenko Ju. S., Sorokin V. I., Kulešova N. F.*, 11—13.
- Sistemy utilizacii teploty ot obžigovych vraščajuščichsja pečej (Systémy využití odpadního tepla rotačních pecí) — *Petraš V. D., Polunin M. M., Geraskina E. A.*, 14—15.
- Reagentnoe osvoenie skvažin poroško-obraznymi reagentami (Reagentní úprava vrtů práškovými reagenty) — *Grebennikov V. T.*, 16—18.

— Effektivnyje geliosistemy teplosnabženija (Účinné systémy solárního ohřevu) — *Aver'janov V. K., Tjuťjunnikov A. I., Leont'ev A. A., Sinica A. V.*, 19—21.

— Rasčet trubčatých teploobmenniků na programmiruemých mikrokal'kuljatorach (Výpočet trubkových výměníků tepla na programovatelných mikrokalkulačkách) — *Rochin V. V.*, 23—24.

— Utilizacija osadkov stočnych vod Leningrada (Vyuzítí sedimentů odpadních vod v Leningradě) — *Evilevič M. A., Evilevič A. Z.*, 25—26.

(Fr) →



### ● Spotřeba primární energie zase poklesla

Spotřeba primární energie v SRN v prvních deseti měsících roku 1988 oproti stejnému období roku 1987 poklesla o 3,8 mil. tun SKE\*) (o 1,3 %). Příčinou poklesu bylo především mírné počasí v první polovině roku 1988. Tím byly více jak vyrovnány stoupající impulsy spotřeby hospodářského růstu. Až na jadernou energii je možno označit ostatní nositele energie za ztrátové.

Spotřeba minerálního oleje se snížila o 2,6 mil. t SKE (o 2,1 %). Použití lehkých a těžkých topných olejů pokleslo o 10 %. Oproti tomu vzrostla spotřeba pohonných látek o 0,8 mil. t SKE (o 1,5 %) a poklesla

spotřeba černého (kamenného) uhlí. V tomto čase dobrá konjunktura ocele zřejmě zvýšila poptávku po koksovateľném uhlí. tomu stálo avšak nepatrné nasazení elektráren na trhu s teplem.

Pro pokles spotřeby zemního plynu o 2,1 mil. t SKE (o 4,5 %) bylo rozhodující mírné počasí v tomto roce (1988). Se dvěma nově napojenými jadernými elektrárnami na síť se zvýšil přínos jaderné energie o 3,8 mil. t SKE (o 12,6 %).

Pokles hnědého uhlí o 1,1 mil. t SKE (o 4,5 %) byl určen poklesem nasazení elektráren.

\*) 1 SKE = 1 tnp  $\approx$  8,14 · 10<sup>3</sup> kWh

Spotřeba primární energie v SRN v prvních devíti měsících 1987/1988

Nositel energie	leden—září		změny leden—září 1988/1987		Podíl v % leden—září	
	1987	1988*)			1987	1988
	mil tun	SKE	v mil tun SKE	v %		
minerální olej	123,1	120,5	-2,6	-2,1	42,9	42,6
kamenné (černé) uhlí	54,6	53,8	-0,8	-1,5	19,0	19,0
zemní plyn	45,9	43,8	-2,1	-4,5	16,0	15,5
jaderná energie	29,9	33,7	+3,8	+12,6	10,4	11,9
hnědé uhlí	23,8	22,7	-1,1	-4,5	8,3	8,0
vodní síla, saldo el. proudu (vnější obchod)	6,2	5,2	-1,0	-17,0	2,2	1,8
ostatní (jiné) (dřevo atd.)	3,3	3,3	±0,0	±0,0	1,2	1,2
Celkové						
— v mil t. SKE	286,8	283,0	-3,8	-1,3	100,0	100,0
— v PJ	8 405	8 295	-110			
1 PJ (Petajoule) = 10 <sup>15</sup> Joule 1 mil tun SKE = 29,3 PJ *) přibližně (odhad)					GVST 10/88	

Podle SHT 11/1988

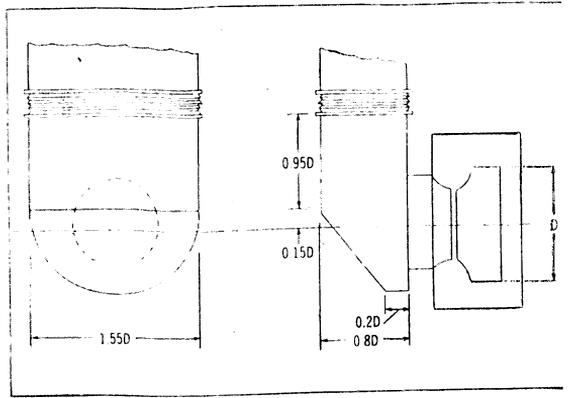
(M.K.)

## ● Sací komory k ventilátorům

Jsou případy, kdy je proti sacímu ústí ventilátoru překážka, takže není možno vést sací potrubí k ventilátoru ve směru jeho osy rotace, ale kolmo na ni. Není-li dostatek místa pro oblouk o dostatečně velkém poloměru zakřivení, je třeba použít tzv. sací komory. Požadavkem je, aby tlaková ztráta při průtoku vzduchu takovouto komorou byla co nejnižší. V časopise Heating Piping Air Conditioning č. 1/1989 byl uveřejněn článek *W. J. Coada* na toto téma a v něm je doporučeno provedení sací komory podle *obr. 1*. Doporučuje se v něm, aby spojení komory s ventilátorem bylo pevné a tlumicí vložka byla vsazena před sací komoru. To ovšem vyžaduje, aby komora byla podepřena a tlumiče chvění byly dimenzovány i s ohledem na ni. Tlaková ztráta takové komory je rovna dynamickému tlaku ( $\xi = 1$ ) příslušnému vstupní rychlosti vzduchu do komory.

Taková komora může být připojena i na axiální ventilátor, avšak v tomto případě je nutno mezi komoru a ventilátor instalovat kónické vtokové hrdlo, pokud není součástí ventilátoru.

(Ku)



Obr. 1.

**ztv**  
**5**

Zdravotní technika a vzduchotechnika. Ročník 33, číslo 5, 1990. Vydává český výbor komitétu pro životní prostředí ČSVTS v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, 112 29 Praha 1. Adresa redakce: Dvorecká 3, 147 00 Praha 4. — Tiskne Tisk, knižní výroba, s. p., 656 01 Brno, závod 1. — Vychází šestkrát ročně. Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT Kafkova 19, 160 00 Praha 6, PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru č. 2, 656 07 Brno, PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6. Návštěvní dny: středa 7.00—15.00 hodin pátek 7.00—13.00 hodin

Cena jednoho čísla Kčs 15,—, roční předplatné Kčs 90,—. (Tyto ceny jsou platné pouze pro Československo.)

Distribution rights in the western countries: Kubon & Sagner, P.O. Box 340 108, D-8000 München 34, GFR.

Annual subscription: Vol. 33, 1990 (6 issues) DM 124,— excl. postage.

Toto číslo vyšlo v říjnu 1990.

© Academia, Praha 1990.