



Doc. Ing. Richard NOVÝ, CSc.
Ing. Miroslav KUČERA
ČVUT v Praze, Strojní fakulta,
Ústav techniky prostředí

Redukce tlaku plynu při nízké hlučnosti

The gas pressure reduction at a low noisiness

Recenzent
prof. Ing. Karel Hemzal, CSc

V různých potrubních systémech sloužících k dopravě plynů je třeba často redukovat tlak média ve značném tlakovém spádu. S expanzí, kterou je dosahována redukce tlaku plynu, je obvykle spojena zvýšená hlučnost v okolí místa redukce tlaku. Autoři se zabývají problémem jak z hlediska termodynamiky tak i akustiky. V závěru článku autoři věnují pozornost návrhu reduktoru tlaku plynu. Na konkrétním příkladu je ukázán postup výpočtu a volba geometrie reduktoru.

Klíčová slova: redukce tlaku, hluk, expanze plynu

It is often necessary to reduce the pressure of any gas under a significant pressure drop in different pipeline systems serving for transportation of gases. An increased noisiness surrounding the location of the pressure reduction is usually associated with the expansion, whereby the gas pressure reduction is achieved. Authors are engaged in the article in the problem from the viewpoint of both thermodynamics and acoustics. Their give attention to the design of the gas pressure reducer, at the conclusion of the article. The procedure of the calculation and the selection of the reducer geometry (sizing) is shown in a specific example.

Key words: pressure reduction, noise, gas expansion;

ÚVOD

Redukce tlaku plynu je nutná v řadě oborů. Tak např. při rozvodech zemního plynu jsou projektovány redukční stanice plynu, které se však negativně projevují v životním prostředí svým hlukem. Při najíždění větších parních kotlů je nezbytné odfukovat páru do venkovního prostoru pokud je její tlak nižší než v potrubní síti do které má dodávat teplo. Bylo by možné vyjmenovat celou řadu podobných případů z dalších oblastí.

Pokud tlakový poměr při redukcí tlaku dosáhne kritické hodnoty, rychlost průtoku dosáhne maximální hodnoty a to rychlosti zvuku. Hodnoty kritických poměrů tlaků pro plyny a páry jsou uvedeny v tab.1.

Tab.1 Hodnoty kritických poměrů tlaků pro plyny a páry

	Plyny		Pára	
	jednoatomové	dvouatomové	přehřátá	sytá
κ	1,66	1,4	1,3	1,135
\bar{p}/p_0	0,472	0,530	0,546	0,577

Parametry plynu p_0 , ρ_0 , T_0 (tlak, hustota, teplota) určují klidový stav plynu při vstupu do dýzy. Kritický tlak je označen p^* . Mezi vstupním klidovým a kritickým tlakem se vykoná expanzí práce (za předpokladu, že počáteční rychlost $w_0 = 0$), kterou je možno vyjádřit vztahem

$$\frac{w^{*2}}{2} = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \frac{p_0}{\rho_0} \left[1 - \left(\frac{p^*}{p_0} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \right] \quad (1)$$

Dosažením za kritickou rychlostí zvuku

$$w^* = \sqrt{\kappa \cdot R \cdot T} = \sqrt{\kappa \cdot p^* \cdot v^*} \quad (2)$$

vznikne vztah určující závislost kritického a vstupního měrného objemu

$$\frac{v^*}{v_0} = \frac{2}{\kappa - 1} \frac{p_0}{p^*} \left[1 - \left(\frac{p^*}{p_0} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \right] \quad (3)$$

Změnu stavu plynu při průtoku škrticím otvorem možno považovat za změnu adiabatickou.

Jelikož pro adiabatickou změnu platí

$$\frac{v^*}{v_0} = \left(\frac{p_0}{p^*} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \quad (4)$$

kde je

κ [-] Poissonova konstanta,

lze předcházející vztah upravit na tvar, který umožní stanovit kritický tlak

$$p^* = p_0 \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}} \quad (5)$$

ze kterého je zřejmé, že kritický tlak závisí pouze na tlaku počátečním.

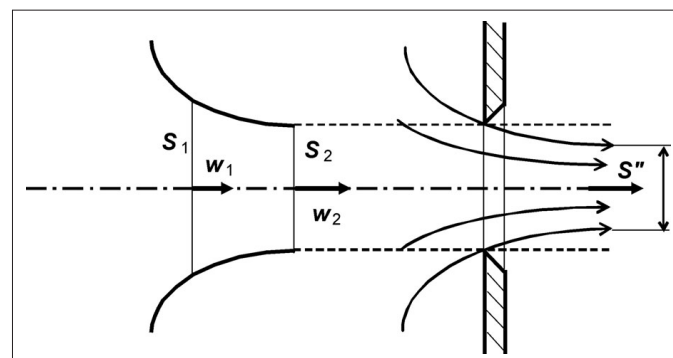
Pro poměr hustot platí výraz

$$\frac{\rho^*}{\rho_0} = \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{1}{\kappa - 1}} \quad (6)$$

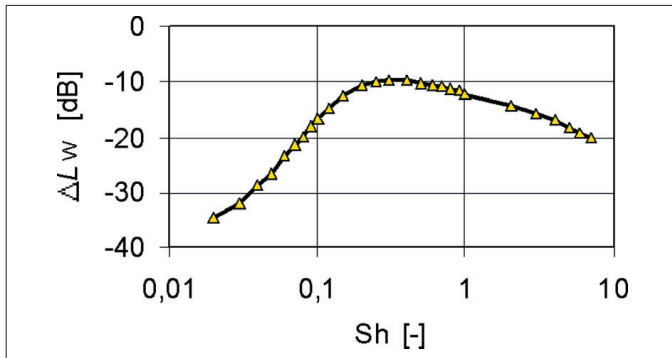
a obdobně pro teploty bude platit vztah

$$\frac{T^*}{T_0} = \frac{2}{\kappa + 1} \quad (7)$$

Pokud se bude řešit případ, kdy se bude jednat o průtok tryskou, u něhož lze předpokládat průtok izoentropický a bez odporů, bude možné stanovit rychlost proudění mezi průřezy S_1 a S_2 trysky ze vztahu



Obr. 1 Průtok tryskou a clonkou



Obr. 2 Třetino oktávové spektrum relativní hladiny akustického výkonu trysky závislosti na Strouhalově čísle Sh

$$w_2^2 = w_1^2 + 2 \frac{\kappa}{\kappa - 1} \frac{p_1}{\rho_1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \right] \quad (8)$$

V praxi bývá průtok otvorem doprovázen ztrátami, což se projeví tím, že entalpie v průřezu S_2 má vlivem přijatého tepla vyšší hodnotu. Plyn expanduje na týž tlak p_2 jako při výtoku bez odporů, avšak expanzní křivka v T-s diagramu vlivem sděleného tepla probíhá vpravo od isoentropy, tedy za vzrůstu entropie. Jedná se tedy o nevratnou adiabatickou změnu. Tepelný spád se vlivem odporů zmenší, což má za následek snížení výtokové rychlosti w_2 na hodnotu w_2' , pro níž platí výraz

$$\frac{w_2'}{w_2} = \varphi \quad (9)$$

kde φ [-] je tzv. rychlostní součinitel, který dosahuje v případě tryskového nátrubku hodnot 0,8 až 0,95.

1. AERODYNAMICKÝ HLUK PŘI VÝTOKU VZDUCHU TRYSKOU

Hluk aerodynamického původu je možno charakterizovat jako zvuk vznikající v důsledku působení proudu vzduchu na okolní obklopující prostředí. Příčinou vzniku hluku tedy není kmitání povrchu pevných těles, jak tomu bývá v klasické akustice, ale turbulentní pohyb plynu. Je třeba poznamenat, že nehledě na velké množství knižních titulů zabývajících se akustikou, otázkám aerodynamických hluků nebylo dosud věnováno dostatek pozornosti. Propracovány jsou ve značném rozsahu pouze problémy s hlukem letadel a leteckých motorů, které však pracují při vysokých i nadzvukových rychlostech.

Jak z předpokladů Lighthilla i provedených experimentů vyplývá, závislost akustického výkonu na mocnině rychlosti proudění pro vysoké hodnoty Machova čísla, $Ma > 0,8$ je $n = 8$.

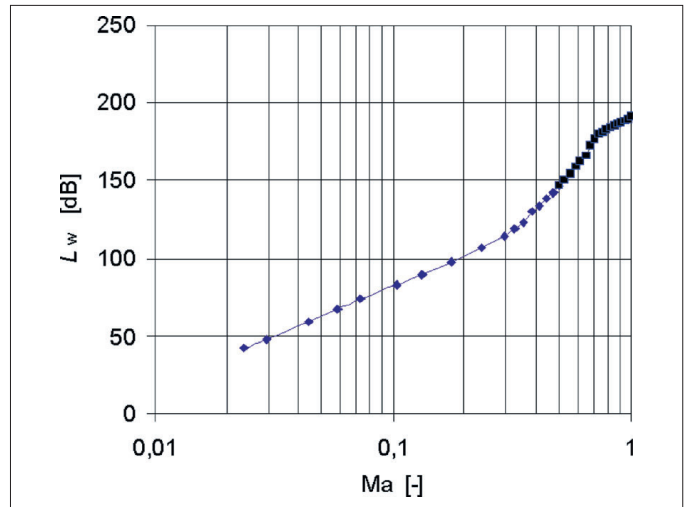
$$W = k \cdot w^n \quad (10)$$

kde je k [-] konstanta úměrnosti, n [-] exponent závislý na hodnotě Ma čísla.

Pro nižší hodnoty $Ma < 0,8$ se snižuje hodnota exponentu rychlosti.

Jedním ze základních případů aerodynamického zdroje zvuku je zvuk generovaný proudem vzduchu, který vytéká z trysky.

Za charakteristický rozměr sledovaného děje bude dosazen průměr trysky. Rychlost proudění bude odpovídat rychlosti v hrdle trysky. Po těchto



Obr. 3 Hladina akustického výkonu trysky o průměru $D_0 = 1$ m jako funkce Ma čísla

úpravách se získá již prakticky použitelný vzorec pro výpočet akustického výkonu trysky W [W] ve tvaru

$$W = K \cdot \rho_0 \cdot w_0^n \cdot c^{-5} \cdot D_0^2 \quad (11)$$

kde je D_0 [m] průměr trysky, ρ_0 [kg/m³] hustota vzduchu, c [m/s] rychlost zvuku, w_0 [m/s] rychlost výtoku vzduchu z trysky, K [-] koeficient úměrnosti dosahuje hodnot $< 3,5 \cdot 10^{-5}$ až $7 \cdot 10^{-5}$.

Vysokofrekvenční spektrum je vyzářováno z oblasti tzv. jádra proudu a nízkofrekvenční je produktem hlavní oblasti zatopeného proudu. Shora uvedený vztah dobře souhlasí s experimentálně zjištěnými údaji v oblasti Machova čísla blížíícího se $Ma \rightarrow 1$. Při nízkých výtokových rychlostech cca do hodnoty 30 m/s však závislost na 8. mocnině rychlosti proudění v trysce neplatí. Z četných experimentálních prací vyplývá přibližně závislost na 6. mocnině výtokové rychlosti. Vztah (11) podává informaci o celkovém akustickém výkonu, který je vyzářován přes celé slyšitelné pásmo. Jeho závislost na Ma čísle je graficky vyjádřena diagramem na obr. 3.

Spektrální složení akustického výkonu, který je generován proudem vzduchu vytékajícího z trysky je obsahem diagramu na obr. 2. Strouhalovo podobnostní číslo se určuje z parametrů v trysce.

$$Sh = \frac{f \cdot D_0}{w_0}$$

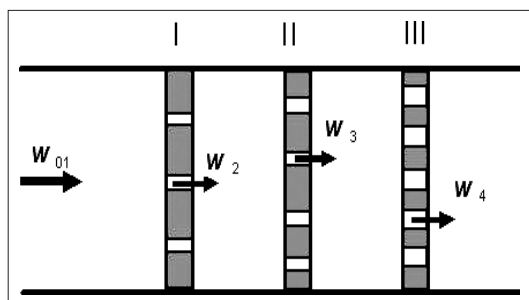
Hladinu akustického výkonu v 1/3 oktávovém spektru lze určit ze vztahu

$$L_{w1/3} = L_w + 20 \log D_0 + \Delta L_w \quad (12)$$

kde je ΔL_w [dB] relativní hladina akustického výkonu v třetino oktávovém kmitočtovém pásmu.

2. PROTIHLUKOVÉ OPATŘENÍ

Z již uvedeného je zřejmé, že snížení hluchnosti při redukcí tlaku plynu lze dosáhnout hlavně snížením rychlosti proudění plynu daným otvorem. Snížení rychlosti proudění lze zajistit rozdělením celkového tlakového spádu na dílčí tlakové spády reprezentované škrťicími orgány (otvory), které budou řazeny do série za sebou. Potom bude platit pro celkový tlakový spád vztah



Obr. 4 Schéma průtoku vzduchu kaskádou otvorů

$$\frac{p_0}{p_n} = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{p_2}{p_3} \cdot \dots \cdot \frac{p_{n-1}}{p_n}$$

kde
 n (-) značí počet škrticích otvorů řazených za sebou.

Je zřejmé, že je třeba dílčí tlakové spády volit stejně velké a to tak, aby rychlost proudění v jednotlivých stupních byla výrazně nižší než kritický tlakový spád. Pro dílčí tlakový spád potom bude platit

$$\frac{p_0}{p_n} = \left(\frac{p_{n-1}}{p_n}\right) \Rightarrow \frac{p_{n-1}}{p_n} = \left(\frac{p_0}{p_n}\right)^{\frac{1}{n}} \Rightarrow \frac{p_n}{p_{n-1}} = \left(\frac{p_0}{p_n}\right)^{\frac{1}{n}} \quad (14)$$

Tomuto poklesu tlaku bude odpovídat i změna teploty

$$\frac{T_n}{T_{n-1}} = \left[\left(\frac{p_0}{p_n}\right)^{\frac{1}{n}} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

Pro dvouatomové plyny má kritický poměr tlaků hodnotu 0,53.

Pro oblast blízkou kritickému průtoku bude platit vztah

$$W = K \cdot \rho_0 \cdot w_0^8 \cdot c^{-5} \cdot D_0^2 \quad (16)$$

Aby se snížil akustický výkon na 50 %, tzn. pokles hladiny akustického výkonu o 3 dB, měla by výtoková rychlost klesnout na hodnotu

$$\frac{W}{W'} = \frac{w^8}{w'^8} = 2 \Rightarrow \frac{w}{w'} = 2^{\frac{1}{8}} \Rightarrow w' = w \cdot 2^{-\frac{1}{8}} = 0,917 \cdot w$$

Pokud bude reduktor tlaku volen o konstantním průměru tělesa, budou rychlosti proudění vzduchu před každým sítím dána rovnicí

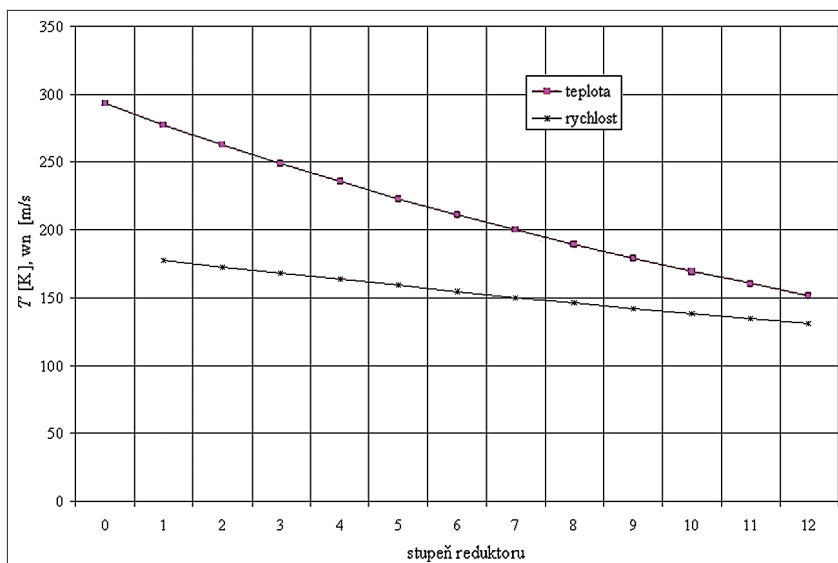
$$w_{01} = \frac{M}{\rho_0 S_0}$$

kde je

M [kg/s] hmotnostní průtok vzduchu,
 ρ_0 [kg/m³] hustota před prvním sítím,
 S_0 [m²] průřez reduktoru tlaku.

Pro výtokovou rychlost v n -tém stupni bude platit rovnice

$$w_n^2 - w_{0n}^2 = 2 \cdot \frac{\kappa}{\kappa-1} \frac{p_{n-1}}{\rho_{n-1}} \left[1 - \left(\frac{p_n}{p_{n-1}}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] = 2 \cdot \frac{\kappa}{\kappa-1} r \cdot T_{n-1} \left[1 - \left(\frac{p_n}{p_{n-1}}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] \quad (18)$$



Obr. 5 Rychlost proudění v n -tém stupni

w_{0n} [m/s] rychlost v plném průřezu reduktoru před n -tým otvorem viz obr. 4,

S_n [m²] je průřez před škrticím otvorem,

S_{n-1} [m²] je průřez škrticího otvoru,

μ_n [-] je průtokový součinitel n -tého otvoru, $\mu = \frac{S''}{S_2}$ (viz obr. 1).

(15) Rychlost proudění v n -tém stupni je ovlivněna nejenom tlakovým spádem, ale také teplotou, jak ukazuje vztah (15). Teplota vzduchu prokazatelně klesá, takže rychlost proudění w_{0n} bude na konci reduktoru nižší než na jeho začátku. Je to možné dokumentovat diagramem na obr. 5.

Rychlosti proudění v jednotlivých stupních škrzení musí vyhovovat rovnici kontinuity. Hmotnostní průtok M je ve všech stupních škrzení stejný

$$M = \mu_1 \cdot S_1 \cdot w_1 \cdot \rho_1 = \mu_2 \cdot S_2 \cdot w_2 \cdot \rho_2 = \mu_3 \cdot S_3 \cdot w_3 \cdot \rho_3 = \dots = \mu_n \cdot S_n \cdot w_n \cdot \rho_n \quad (20)$$

Z této rovnice je možné stanovit potřebný průřez škrticího otvoru.

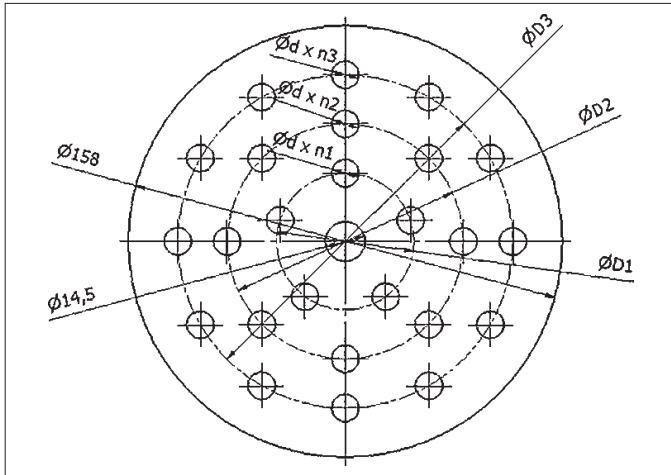
Po dosazení z předešlých rovnic možno získat výpočetní vztah

$$M = \mu_n S_n \sqrt{\frac{2 \cdot \kappa}{\kappa-1} \left[1 - \left(\frac{p_n}{p_{n-1}}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] \frac{p_{n-1}}{\sqrt{r T_{n-1}}}} \quad (21)$$

$$S_n = \frac{M}{\mu_n} \left(\sqrt{\frac{2 \cdot \kappa}{\kappa-1} \left[1 - \left(\frac{p_n}{p_{n-1}}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] \frac{p_{n-1}}{\sqrt{r T_{n-1}}}} \right)^{-1} \quad (22)$$

Na základě shora uvedených rovnic lze kvalifikovaně přistoupit k dimenzování reduktoru tlaku plynu, při jehož provozu bude minimalizována jeho hlučnost. Je zřejmé, že čím bude větší počet stupňů škrzení, tím nižší budou rychlosti proudění v jednotlivých stupních a následně se sníží hlučnost reduktoru jako celku.

(18) Pro nižší hodnoty Machova čísla se snižuje hodnota exponentu rychlosti, což vede ke snížení aerodynamického hluku. Z termodynamiky tekutin vyplývá, že pokud je nutné dosáhnout podzvukového proudění, musí se snížit tlakový poměr pod kritickou mez.



Obr. 6 Příklad jedné z 12 perforovaných desek

3. NÁVRH REDUKTORU TLAKOVÉHO VZDUCHU

Při řešení výzkumného záměru bylo nutné dimenzovat reduktor tlakového vzduchu za účelem získání „tichého zdroje vzduchu“ založeného na využití velké tlakové nádoby, do které se v první fázi kompresorem dodá tlakový vzduch (cca 1 MPa). Při experimentování v hlukové laboratoři je třeba mít zdroj vzduchu s proměnným průtokem a minimálním vlastním aerodynamickým hlukem.

Navržený a vyrobený reduktor tlaku vzduchu ve tvaru válce obsahuje 12 stupňů škrcení vzduchu.

Z výše uvedeného vyplývá požadavek na předmětné zařízení nejen pro regulaci průtoku, ale i požadavek na snížení rychlosti průtoku. Jako příklad bude uveden návrh tohoto reduktoru pro tlakový spád 1 MPa / 0,1 MPa.

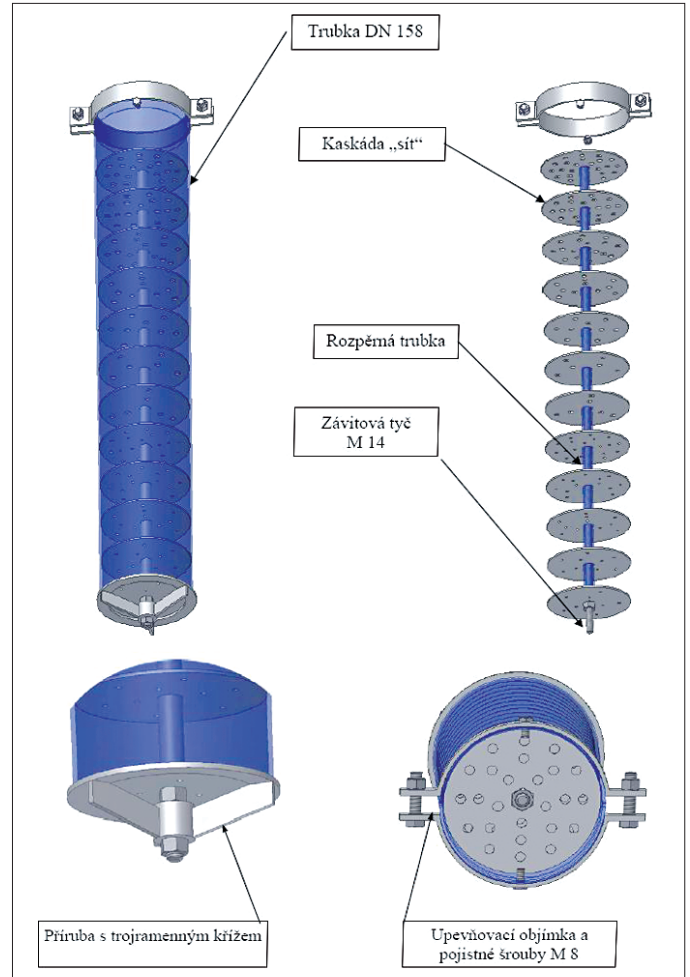
Tato skutečnost vedla k úvaze použít soustavu clonek, ovšem stále umístěných ve vyjímatelném segmentu potrubí. Postupem času se jako nejvhodnější řešení ukázalo použít kaskádu „sít“ (perforovaných kruhových desek) umístěných ve válcové nádobě konstantního průměru. To představuje výhodu především z hlediska výrobního a i z hlediska dispozice v měřicí trati.

3.1 Výpočet požadované průtočné plochy na jednotlivých stupních

Jako modelový hmotnostní průtok vzduchu byl zvolen průtok 0,4 kg/s, při uvažování počátečního tlaku v tlakové nádobě 1,0 MPa. Na posledním stupni kaskády se předpokládala expanze na atmosférický tlak, tj. na 0,1 MPa. Bylo zvoleno 12 „sít“ (perforovaných kruhových desek) v kaskádě. Při výpočtech bylo proudění vzduchu mezi jednotlivými stupni uvažová-

Tab. 2 Výpočet perforací sít pro průtok $M = 0,4$ kg/s, průměr otvorů 6 mm

Síto	Tlak [kPa]	Teplota [K]	Hustota [kg/m ³]	w_0 [m/s]	w_n [m/s]	S_n [m ²]	Počet otvorů
0	p_0	1000	293	11,88	1,9		
1	p_1	825	277	10,36	2,2	0,000271	14
2	p_2	681	263	9,03	2,5	0,00032	16
3	p_3	562	249	7,87	2,9	0,000377	19
4	p_4	464	235	6,87	3,3	0,000445	23
5	p_5	383	223	5,99	3,8	0,000524	27
6	p_6	316	211	5,22	4,3	0,000618	31
7	p_7	261	200	4,55	5,0	0,000728	37
8	p_8	215	189	3,97	5,7	0,000858	44
9	p_9	177	179	3,46	6,5	0,001011	51
10	p_{10}	146	169	3,02	7,5	0,001191	61
11	p_{11}	121	160	2,63	8,6	0,001404	71
12	p_{12}	100	152	2,29	9,9	0,001654	84

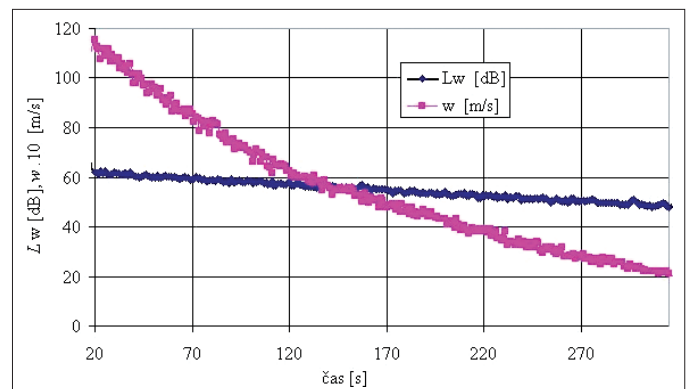


Obr. 7 Zařízení pro redukcí tlaku vzduchu a regulaci průtoku

no jako izentropický děj. Na základě teoretického rozboru v úvodních kapitolách byl zvolen pro průtok otvorem v desce průtokový součinitel $\mu = 0,7$. Naznačený výpočetní postup je shrnut do následující tabulky.

3.2 Konstrukční řešení reduktoru průtoku

Příklad jedné perforované desky je uveden na obr. 6. Celkové konstrukční řešení reduktoru průtoku je v axonometrii zakresleno do obr. 7. Jednotlivé kruhové perforované desky o tloušťce 3 mm jsou ve středech opatřeny otvory a naskládány na závitovou tyč o průměru 14 mm. Rozteč perforovaných desek v axiálním směru zajišťují rozpěrné trubky o délce 80 mm. Takto poskládané desky s otvory jsou z obou stran závitové tyče staženy maticemi M 14. Následně je celá kaskáda desek vložena do trubky DN 158 o délce 1050 mm, která je ve spodní části opatřena speciální přírubou



Obr. 8 Hladina akustického výkonu a výtokové rychlosti v trati za reduktorem v závislosti na čase

s trojramenným křížem a zde opět zajištěna maticí M 14. Trubka DN 158 byla volena s ohledem na požadovanou průtočnou plochu desek a i z důvodu možnosti nasazení na navazující potrubí v tlakové nádobě. Zajištění celé této sestavy proti vysunutí je provedeno pojišťovací objímkou a navíc zajištěno dvěma šrouby M 8.

ZÁVĚR

Konstrukce reduktoru tlaku s nízkou hlučností se velice osvědčila. Umožnila získat zdroj „tichého vzduchu“, jehož akustické parametry možno charakterizovat vlastním hlukem, jehož průběh při různých průtocích vzduchu vyjádřený celkovou hladinou akustického výkonu je obsahem následující-

ho diagramu na obr. 8. Konstrukční řešení reduktoru tlaku s nízkou hlučností bylo přihlášeno jako užitečný vzor.

Prezentované práce byly vypracovány v rámci plnění výzkumného záměru VZ MSM 6840770011.

Použité zdroje:

- [1] Kalčík J.: Technická termodynamika, Nakladatelství ČSAV, Praha 1960,
- [2] Munina A.G.: Aviacionnaja akustika, Mašinostrojenie, Moskva 1973
- [3] Nový R.: Hluk a chvění, Vydavatelství ČVUT v Praze, Praha 2000
- [4] Votlučka J.: Aerodynamické zdroje hluku, diplomová práce FS ČVUT v Praze, 2005. ■

* Evropa více chladí

Trend více chladit a kvalitnější vzduch pokračoval v Evropě i v roce 2007. V sedmi nejdůležitějších evropských státech vzrostl obrat u vodních chladicích jednotek, klimatizačních jednotek a fan-coils oproti předchozímu roku o cca 16 %. Přehled uvádí tabulka:

Země Celkový obrat mil. Euro	2006	2007
Německo	535	582
Itálie	506	508
Francie	318	383
Velká Británie	282	356
Rusko	218	298
Španělsko	212	266
Řecko	45	51

CCI 2/2009

(Ku)

* „Zelený“ indický obytný dům

V indické Bombaji se staví první obytný dům, který se uchází o ocenění jako „zelená budova“ podle certifikačního systému budov LEED a Indického Green Building Council (IGBC). Projekt zvaný „Palais Royale“ vzniká v centru metropole na půdorysné ploše přes 20 000 m² a o celkové ploše podlaží cca 230 000 m². Věžová stavba o 50 patrech bude vysoká 320 m. Luxusní objekt bude mít 100 apartmánů o velikosti mezi 800 a 1300 m². V budově bude i kino, fit centrum, kriketové hřiště, fotbalové hřiště a tři plavecké bazény. Tři největší obytné jednotky budou mít ještě vlastní bazén. Kromě klimatizace celé budovy si mohou obyvatelé ještě dopřát navíc navoňování místností. Budova má být dokončena v roce 2010.

CCI 13/2008

(Ku)

* Vytápění teplou vodou bez kotle

Technologií HET představuje francouzská firma SAS vytápěcí proces, který se hodí zejména pro rekonstrukce. Využívá otopná tělesa, která jsou již nainstalována, avšak zřídka se centrálního zdroje tepla a má být „velmi energeticky účinným“.

Jak podnik uvádí, může systém HET (hydro-elektrotermie s vibrační technikou) být připojen na všechna teplovodní tělesa z oceli, litiny či hliníku. Oproti běžnému teplovodnímu vytápění, kde je voda ohřívána v jednom kotli a přiváděna potrubním systémem k jednotlivým tělesům, je u systému HET připojen ke každému tělesu jeden přístroj o váze 4,6 kg na zástrčku. Voda v tělese je pak při minimálním vkladu energie ohřívána na požadovanou teplotu – max 60 °C a udržována na této hodno-

tě. Zatímco u klasického systému chlazená voda proudí vratným potrubím zpět ke kotli, u systému HET voda bezhlučně cirkuluje v uzavřeném okruhu stálou rychlostí. Tím je, podle výrobce, garantováno maximální zpětné využití tepla a nízká spotřeba energie.

CCI 2/2009

(Ku)

* Největší „zelená budova“ na světě

Podle informace US Green Building Council (USGBC) je hotel Palazzo otevřený v lednu 2008 v Las Vegas v současné době největší „zelenou budovou“ na světě. Budova o 50 patrech obsahuje hotel s více než 3000 apartmány, kasino o ploše 10 tis. m², 60 obchodů, 20 kongresových a výstavních hal, 14 restaurací, obrovské fit-centrum a divadlo pro několik tisíc návštěvníků. Podle požadavků environmentálního systému vyvinutého USGBC byla budova na základě níže uvedených opatření označena certifikátem „stříbrná“.

Bazény a systémy teplé vody jsou ohřívány solárními zařízeními. Senzory v hotelových pokojích snižují při nepřítomnosti hostů teplotu přiváděného vzduchu z klimatizačního zařízení na určitou základní hodnotu. Snímače v kancelářských místnostech vypínají při nepřítomnosti osazenstva osvětlení. Kromě toho je dále instalována ke snížení spotřeby teplé vody řada různých opatření.

Jak Američané rádi srovnávají, je úspora energie hotelu Palazzo taková, že jí bylo možno svítit 100 wattovou žárovkou po dobu 12 100 let.

CCI 7/2008

(Ku)

* AIR – první kniha Swegon Air Academy

Air Academy Swegon vydala první knihu pod názvem „Air“, která uvádí souhrn vědomostí o vzduchu, který denně dýcháme a o jeho vlivu na naše zdraví, produktivitu a pohodu. Dílo o cca 700 stranách vysvětluje srozumitelně komplikované souvislosti a přispívá k lepšímu pochopení vnitřního klimatu a ke správným rozhodnutím při navrhování a dimenzování větracích zařízení.

Co se vlastně děje s venkovním vzduchem při cestě do místnosti?

Tyto otázky byly podnětem ke zpracování této knihy. Jsou probrány hospodářské aspekty, protože volba větracího systému se často řídí krátkozrakými ekonomickými zájmy. Ve vnitřním prostředí, z hlediska pocitu pohody, nejde jen o vzduch, ale i o osvětlení, akustiku, hluk, barvy a tvary. V kapitole „Energie a životní prostředí“ pojednává o významu změny klimatu, jak je tato ovlivňována naší činností a možné důsledky. Kniha je bohatě ilustrována a tak není jen výhradně technická, má svoji duši a zcela zvláštní, vlastní identitu.

(Ku)