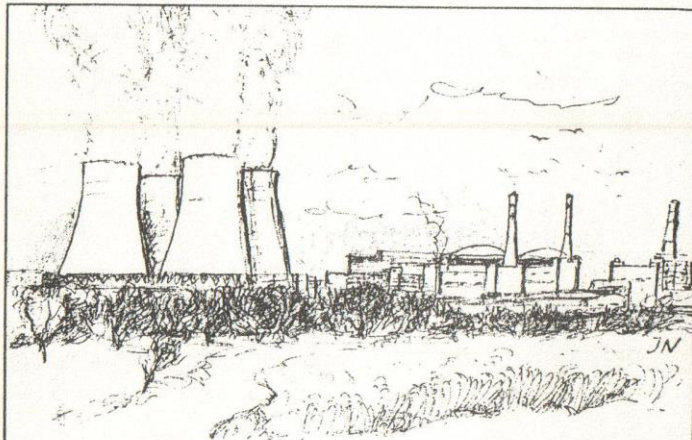


ASOCIACE STROJNÍCH INŽENÝRŮ



*Všem Vám a Temelinu
p.f. 2003*

**Bulletin Asociace strojních inženýrů vydává pro své členy
Adresa: ASI, Technická 4, 166 07, Praha 6**

Motto:

Kalich utrpení
je nápojem silných

OBSAH

Doc. Ing. Slavomír Jirků, CSc., Ing. Petr Kočármík Syntéza osově symetrických kanálů protékaných proudem s obvodovou složkou rychlosti	3
Prof. Ing. Cyril Hřoch, DrSc. Poznámky k suchému tření v mechanice těles Převzato se svolením autora z bulletinu ČSM č. 2. 2002	9
Ing. František Vdoleček, CSc. Blíží se konec chyb měření?	12
ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI	
Zápis ze zasedání senátu ve Vítkovicích	17
Pátá evropská konference Turbostroje – dynamika tekutin a termodynamika	19
Stav příprav mezinárodní konference SMIRT 17	20
Zlatá medaile turizmu pro předsedu senátu ASI Ing. Jana Havelku	21
SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI	
Ing. Daniel Hanus, CSc. EUR ING Odešel Prof. Ing. Dr. Jan Jerie, DrSc. EUR ING	22
Převzato se svolením autora	
Prof. Jaromír Slavík, CSc. K 60. narozeninám Prof. RNDr. Ing. Jana Vrbky, DrSc.	23
75. narozeniny Ing. Jiřího Šafáře, CSc.	24
Životní jubilea členů klubu Brno	24
NABÍDKA	27

Redakční rada
Ing. Václav Cyrus, DrSc., Ing. Václav Daněk, CSc., Doc. Ing. Jiří Nožička, CSc.,
Ing. Josef Vondráček

Syntéza osově symetrických kanálů protékaných proudem s obvodovou složkou rychlosti

Doc. Ing. Slavomír Jirků, CSc., Ing. Petr Kočármík

1. Úvod

Na pracovišti katedry mechaniky a materiálu FEL ČVUT byla v minulosti vyvinuta tzv. hodografická metoda návrhu obtékaného obrysu vycházející z potenciální teorie rovinného proudění nestlačitelné tekutiny, kde je proudové pole popsáno rychlostním potenciálem $\bar{c} = \text{grad}\Phi$, (\bar{c} je vektor rychlosti svírající s vodorovnou osou úhel δ), resp. proudovou funkcí Ψ definovanou tak, že rozdíl proudových funkcí má význam objemového toku mezi dvěma plochami $\Psi = \text{konst}$

Hlavním krokem metody je zobrazení oblasti proudového pole ve fyzikální rovině $z = x + jy$ ($j^2 = -1$) do roviny komplexního potenciálu $F = \Phi + j\Psi$ (rovina „nultého“ hodografu). V této rovině se vyřeší okrajová úloha Laplaceovy diferenciální rovnice pro reálnou nebo imaginární část regulární funkce $L(z) = \ln w = \ln c + j\vartheta$, kde $\vartheta = -\delta$ je úhel komplexní rychlosti $w = c_x - jc_y$. Okrajové podmínky zde vyplnou z požadovaného rozložení průběhu rychlosti na hledaných obrysových křivkách. Tuto závislost však není možné volit libovolně, zvolené rozložení musí splňovat podmínky, které blíže specifikují vlastnosti hydrodynamické funkce obtékaného obrysu a vyplývají např. z rovnice kontinuity, z podmínky uzavřenosti, z požadovaného úhlu ohybu proudu apod.; nazýváme je obecně „integrálními podmínkami“ syntézy. Řešení příslušné okrajové úlohy je podkladem pro tzv. zpětnou hodografickou transformaci, která dává parametrické vyjádření souřadnic hledaných obrysových křivek. Podrobnější popis metody je např. v [1], [2].

2. Modifikovaná metoda syntézy obtékaného obrysu

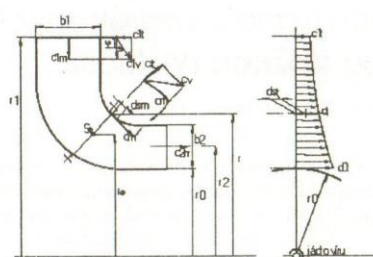
Nevýhodou uvedené metody je, že je v dané podobě použitelná pouze pro úlohy rovinné. Proto byla dále vyvinuta modifikovaná návrhová metoda využívající přibližné transformace

osově symetrických polí a jednodušších prostorových polí s rovinou symetrie na pole rovinná. Pro přepočítání se zde využívá proměnného korekčního součinitele, jehož hodnota se pro určitou oblast stanoví z rovnic kontinuity v obou polích, viz. např. [3].

Předpokládáme, že známe řešení rovinného pole ve tvarové shodné oblasti s meridiánním řežem osově symetrického kanálu podle obr. 2. Hloubku rovinné vrstvy položíme rovnou obvodu kružnice s poloměrem $r_2 = r_0 + b_2/2$. Při stejných tocích Q oběma takto vzniklými oblastmi budou shodné střední rychlosti na obou výstupních průřezech $A_{2\text{rov}} = A_{2\text{os,sym}} = 2\pi r_2 b_2$, tj. $c_{2\text{rov}} = c_{2m} = Q/(2\pi r_2 b_2)$. Korekční součinitel udávající vztah mezi rychlostí v rovinném a osově symetrickém poli nemůžeme stanovit obecně. Lze však stanovit jeho přibližné střední hodnoty pomocí rovnic kontinuity v obou definovaných oblastech. Ukažme stanovení korekčního součinitele K_Φ v průřezu $X-X$, který se příliš neliší od ekvipotenciály. Součinitel K_∞ definujeme jako poměr střední rychlosti $c_{m,\text{stř}}$ v průřezu $X-X$ v osově symetrickém poli a rychlosti $c_{\text{rov,stř}}$ v témž průřezu, avšak v náhradním poli rovinném. S přihlédnutím k označení podle obr. 2 lze odvodit jednoduchý vztah pro rychlostní profil podél řezu $X-X$

$$K_\Phi = \frac{r_2}{r_\Phi} \Rightarrow c_{m(\Phi)} = \frac{r_2}{r_\Phi} c_{\text{rov}(\Phi)} \quad (1)$$

kde r_Φ je střední poloměr ve zvoleném řezu. Oblast použití návrhové hodografické metody byla dále rozšířena na případy anulárních ohybů, do nichž proud vstupuje s tangenciální (tj. rotační) složkou určenou např. úhlem φ_1 na referenčním poloměru r_1 , pro který platí $\tan \varphi_1 = c_{r1}/c_m$. Podržíme-li předpoklad potenciálního proudění nestlačitelné tekutiny, platí superpoziční princip mezi prouděním v meridiánní rovině a prouděním tangenciálním, v němž můžeme předpokládat rychlostní pole



Obr. 1. Transformace rovinného pole na osově symetrické a superpozice tangenciální složky

dané zákonem potenciálního víru s jádrem v ose symetrie, tj. podle obr. 1

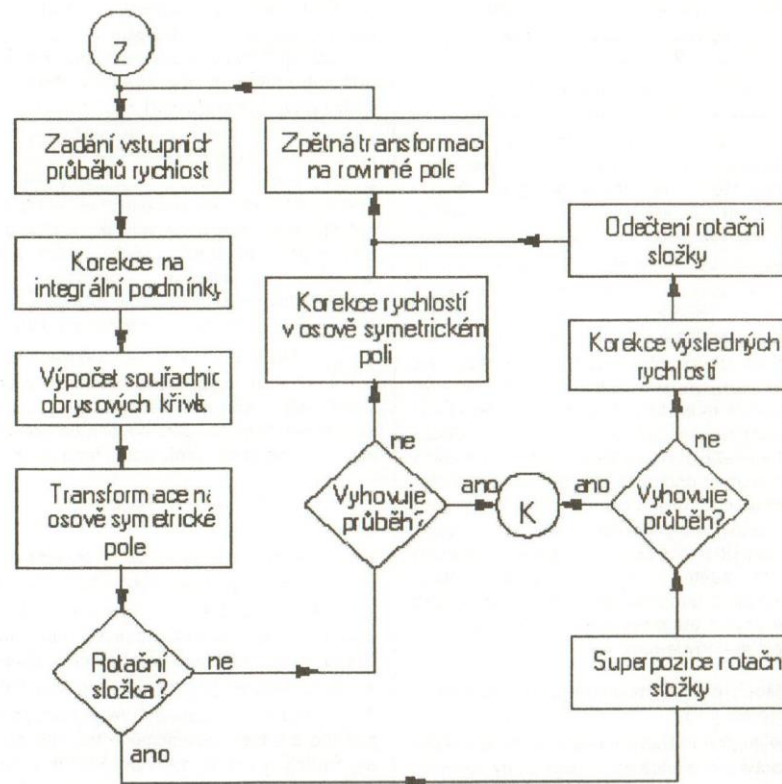
$$c_t \cdot r = c_{t1} \cdot r_1 = c_{t0} \cdot r_0 = \text{konst.} \quad (2)$$

Superpozici popsanou vektorovou rovnicí

$$\vec{c}_v = \vec{c}_m + \vec{c}_t \Rightarrow |\vec{c}_v| = \sqrt{|\vec{c}_m|^2 + |\vec{c}_t|^2} \quad (3)$$

dostaneme rychlostní pole výsledného proudění. Proudnicí na obtékané stěně lze určit krok po kroku z úměry

$$\frac{c_m}{c_t} = \frac{\dot{A} s_m}{\dot{A} s_t} \Rightarrow \dot{A} s_t = \frac{c_m}{c_t} \dot{A} s_m \quad (4)$$



Obr. 2. Blokové schéma návrhové metody

kde $\dot{A} s_m$ je přírůstek délky oblouku proudnice v meridiánním a $\dot{A} s_t$ v tangenciálním směru. Výsledný přírůstek oblouku proudnice na stěně a její celková délka pak je

$$\dot{A} s_{\text{vysl}} = \sqrt{\dot{A} s_m^2 + \dot{A} s_t^2}, \quad l = \sum \dot{A} s_{\text{vysl}} \quad (5)$$

Celkový postup při návrhu ohybu, tj. včetně transformace na osově symetrické pole, superpozice rotační složky a korekce vstupních průběhů rychlosti plynoucích z obou zmíněných zobecnění vyplývá z blokového schématu algoritmu na obr. 2. Schéma je uspořádáno pro dvě varianty: pouze osově symetrické proudění nebo proudění s tangenciální složkou rychlosti.

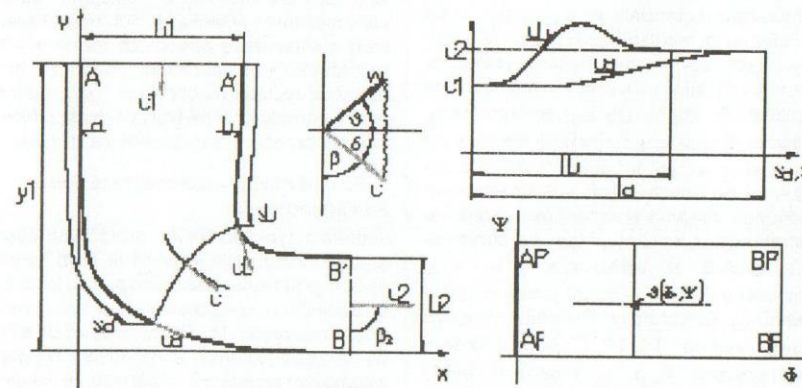
Prvním krokem postupu je zadání průběhu rychlosti na obrysech rovinného kanálu $c_a = c_a(s_a)$ a $c_b = c_b(s_b)$, viz obr. 3. Přitom je možné volit rozložení rychlosti tak, aby se

vislosti $c = c(s)$ je však omezena požadavkem splnění tzv. integrálních podmínek. Ty vyplývají z rovnice kontinuity $c_1 b_1 = c_2 b_2$, rovnosti rozdílu potenciálu mezi vstupem a výstupem podél obou obrysů a z požadovaného úhlu ohybu. Pro případ na obr. 3 lze tyto podmínky po zavedení bezrozměrových proměnných

$$c^* = c/c_2, \quad s^* = s/b_2, \\ \text{resp. } i^* = i/b_2, \quad \Phi^* = \Phi/(c_2 b_2), \\ \Psi^* = \Psi/(c_2 b_2), \quad (6)$$

odvodit ve tvaru

$$c_2 = 1, \quad c_1 = \frac{b_2}{b_1}, \quad \int_0^{l_2} c_2^* ds_2^* - \int_0^{l_1} c_1^* ds_1^* = 0 \\ \int_0^{l_2} c_2^* \ln c_2^* ds_2^* - \int_0^{l_1} c_1^* \ln c_1^* ds_1^* = \beta_2 \quad (7)$$



Obr. 3. Zadání rychlosti na obrysech a transformace do roviny komplexního potenciálu

co nejméně uplatnil nepříznivý vliv vazkosti. V technických aplikacích se mnohdy osvědčuje při formulaci podmínek využití i nejjednodušších kvalitativních výsledků teorie mezní vrstvy. Pokud gradient rychlosti $dc/ds > 0$, nedochází např. k odtržení mezní vrstvy tekutiny od obtékané stěny. Na úseku s $dc/ds < 0$ a tedy s nárůstem tlaku $dp/ds > 0$ požadujeme, aby gradient tlaku byl co nejmenší, případně přesunutím většího tlakového gradientu k odtokové části kanálu lze dosáhnout zmenšení oblasti úplavu, a tím i ztrátového součinitele. Volba zá-

Zavedením další substituce $s_a = \sigma_a l_a, s_b = \sigma_b l_b \dots 0 \leq \sigma_{ab} \leq 1$ transformujeme délky obrysových křivek na jednotkovou délku a horní meze integrálů přejdou v násobné koeficienty. Úpravou rov. (7) dostaneme

$$l'_b l_2 - l'_a l_1 = 0, \quad l'_b l_4 - l'_a l_3 = 0, \quad \text{kde} \quad (8)$$

$$l_1 = \int_0^1 c_a^* ds_a, \quad l_2 = \int_0^1 c_b^* ds_b,$$

$$l_3 = \int_0^1 c_a^* \ln c_a^* ds_a, \quad l_4 = \int_0^1 c_b^* \ln c_b^* ds_b \quad (9)$$

Splnit uvedené integrální podmínky lze různým způsobem. Nejjednodušší je zvolit průběhy c^* (c_a^* , c_b^*). Tím jsou dány integrály l_1 až l_4 a z rovnic vypočteme pro daný úhel ohybu β_2 délky l'_a a l'_b :

$$l'_a = \frac{l_2}{l_2 l_3 - l_1 l_4} \beta_2, \quad l'_b = \frac{l_1}{l_2 l_3 - l_1 l_4} \quad (10)$$

Tím známe konkrétní průběhy c_a^* (ξ_a^*) a c_b^* (ξ_b^*). Po splnění integrálních podmínek transformujeme oblast $ABB'A'$ na obdélníkovou oblast $A_F B_F B'_F A'_F$ v rovině normovaného komplexního potenciálu $F^* = \Phi^* + j\Psi^*$ a na ní definujeme regulární funkci $\vartheta(\Phi^*, \Psi^*)$ splňující Laplaceovu rovnici. Okrajové podmínky pro ni vyplývají z rozložení bezrozměrových rychlostí. Ze vztahu $d\Phi^* = c^* ds^*$ vypočteme integraci $\Phi^* = \int c^* ds^*$ a odtud získáme inverzní závislost $c^* = c^*(\Phi^*)$. Logaritmováním a dosazením do Cauchyových – Riemannových podmínek získáme Neumannovu okrajovou podmínku $\partial\vartheta/\partial\Psi^* = \partial \ln c^*/\partial\Phi^*$ na obrysech $A_F B_F$ a $A'_F B'_F$. Na úseku $A_F A'_F$ je $\vartheta_1 = \pi/2$ a na úseku $B_F B'_F$ $\vartheta_2 = 0$, což jsou konstantní podmínky Dirichletovy. Řešením okrajové úlohy rovnice $\Delta\vartheta(\Phi^*, \Psi^*) = 0$ získáme podél proudnic Ψ_a^* a Ψ_b^* závislosti $\vartheta = \vartheta(\Phi^*)$ a z nich po substituci $\Phi^* = \Phi^*(s^*)$ průběhy $\vartheta_a = \vartheta_a(s_a^*)$ a $\vartheta_b = \vartheta_b(s_b^*)$. Úpravou rovnic pro zpětnou hodografickou transformaci získáme parametrické rovnice obrysových křivek v bezrozměrových souřadnicích

$$x_a^* = \int_0^{s_a^*} \cos\vartheta ds_a^*, \quad y_a^* = y_1^* - \int_0^{s_a^*} \sin\vartheta ds_a^*.$$

$$\text{kde } y_1^* = \int_0^{l'_a} \sin\vartheta ds_a^*$$

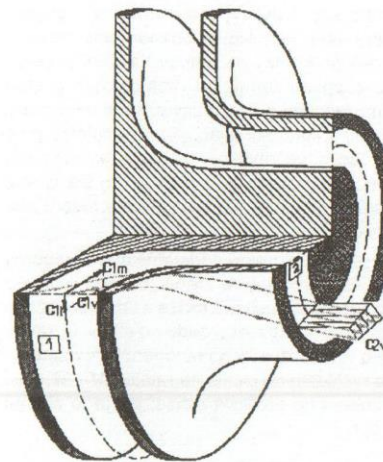
$$x_b^* = \int_0^{s_b^*} \cos\vartheta ds_b^*, \quad y_b^* = y_1^* - \int_0^{s_b^*} \sin\vartheta ds_b^* \quad (11)$$

Při takto určené kótě y_1^* vychází souřadnice $y_b^* = 0$. Pak snadno určíme souřadnice obrysu osově symetrického kanálu, přičteme-li k souřadnici y referenční poloměr r_0 . Transformací podle rov. (1) získáme průběhy rychlosti na stěnách osově symetrického proudění v kanálu a přičtením rotační složky podle rov. (4) rychlost výslednou, kterou přiřadíme délce oblouku výsledné proudnice pomocí vztahu rov. (5).

Vliv uvedených transformací ovlivní průběh rychlosti podél proudnice. V případě potřeby provedeme jeho vhodnou korekci, odečteme tangenciální složku a meridiální pole zpětně transformujeme na rovině. Opravený průběh rychlosti v rovině ohybu použijeme jako vstup do další aproximace. Postupnými úpravami můžeme v několika krocích získat kanál, který splňuje vedle základních rozměrových požadavků i optimalizační podmínky pro rozložení rychlosti na obrysech. Tak získáme aerodynamicky příznivé tvary ohybu s potlačěním nebezpečí odtržení proudu na stěnách.

3. Příklad návrhu a optimalizace tvaru anulárního ohybu

Jedním z typických prvků průtočných částí energetických strojů je anulární ohyb, jehož účelem je převedení radiálního proudu tekutiny do axiálního směru. Schematicky je tento prvek znázorněn na obr. 14. Proud vstupuje do ohybu válcovou plochou 1 a vystupuje z něj mezikruhovým průřezem 2. V případě, že vstupní rychlost má pouze radiální složku, je proudění v ohybu osově symetrické a proudové čáry na obrysu souhlasí s meridiálními řezy průtočného kanálu. Často však, např., když anulární ohyb navazuje na spirálové hrdlo, má vstupní rychlost ještě tangenciální složku. Ta způsobí, že proudové čáry jsou odchýlené od meridiální roviny. Rovněž výstupní rychlostní profil, který odpovídá vstupnímu řezu danému průsečnicí válcové plochy s meridiální rovinou, neleží ve výstupním mezikruží na příslušné radiále. Proudění v ohybu je tedy obecnější.



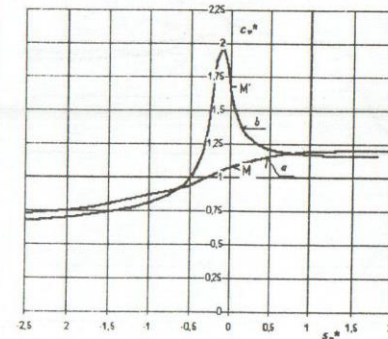
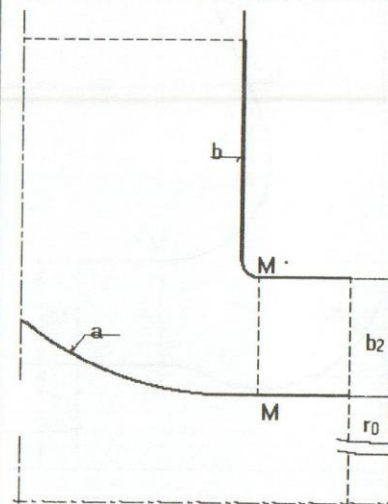
Obr. 4. Anulární ohyb

Na obr. 4 jsou schematicky znázorněny proudnice na obou stěnách - vnitřní a vnější - vycházející z odpovídajících si bodů meridiální roviny ve vstupním průřezu. Z obrázku je patrné, že jejich koncové body leží v různých meridiálních rovinách. To však není příliš na závadu, protože v optimalizační podmínce zde probírané návrhové metody (vycházející z rovinné představy) vystupuje pouze délka oblouku proudnice na stěně.

Popisovaná metoda byla použita pro návrh optimalizovaného tvaru anulárního ohybu navazujícího na spirálové vstupní hrdlo nízkotlakového stupně parní turbíny. Původní tvar ohybu je na obr. 5. Ohyb rozděluje proud do dvou protilehlých axiálních směrů a má tedy rovinu symetrie kolmou k axiální ose. Proto stačí vyšetřovat jenom jeho polovinu. Čárkovaná čára $M-M$ představuje vstup do prostoru, v němž je umístěna rozváděcí profilová mříž prvního stupně NT dílu turbíny.

Nejdříve bylo vyřešeno osově symetrické proudění v ohybu pomocí programu pro rychlou analýzu potenciálních polí popsaném např. v [4]. Podle rov. 2 byl vypočten průběh tangenciální složky rychlosti odpovídající úhlu vstupní rychlosti $\beta_1 = 50^\circ$. K meridiální rychlosti pak byla vektorově přičtena tangenciální složka a podle rov. 3 vypočtena rychlost vý-

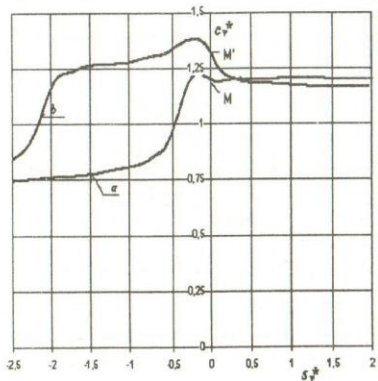
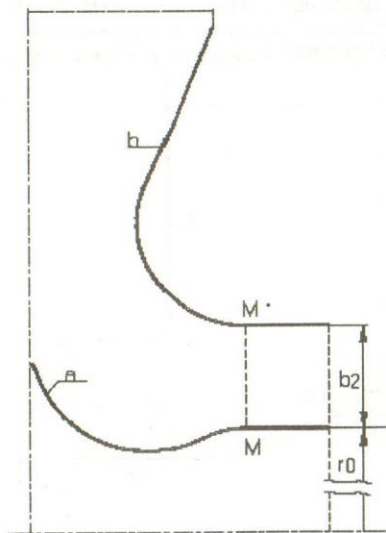
sledná. Délka oblouku proudnice výsledného proudění byla stanovena podle rov. (4) a (5). Na obr. 6 je vyneseno průběh výsledné rychlosti podél výsledných proudnic na stěnách anulárního ohybu. Rychlost je normována střední hodnotou meridiální složky rychlosti ve výstupním průřezu a délka oblouku šířkou výstupního mezikruží b_2 . Pro názornost jsou průběhy posunuty tak, aby počátky souřadnic oblouků proudnic ležely v bodech M resp. M' . Z průběhu je zřejmé, že ještě před bodem M na stěně b dochází k prudkému poklesu



Obr. 5. Původní ohyb s průběhy výsledné rychlosti na stěnách

rychlosti a je velmi pravděpodobné, že zde dojde k odtržení proudu a dalšímu zvětšení nerovnoměrnosti rychlostního profilu na vstupu do profilové mříže.

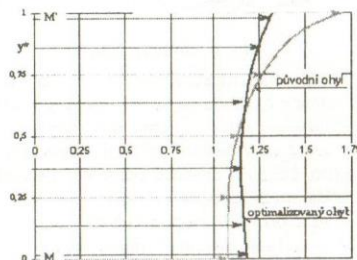
V dalším kroku byla provedena korekce průběhu rychlosti na stěnách tak, aby nikde nedocházelo k jejímu poklesu. Postupem



Obr. 6. Optimalizovaný ohyb s průběhy výsledné rychlosti na stěnách

podle kap.2 byl vypočten nový tvar ohybu, který však nespĺňoval požadované geometrické podmínky na celkový axiální rozměr. Postupnými úpravami rychlostních profilů s následnými geometrickými korekcemi tvaru ohybu a kontrolní analýzou rychlostního pole pomocí dříve zmíněného programu bylo nalezeno kompromisní řešení. Výsledný tvar ohybu s průběhy rychlosti ve stejném uspořádání jako v předešlém případě je na obr. 6.

Z výsledku je zřejmý podstatně menší záporný gradient rychlosti na stěně *b* před vstupem do prostoru lopatkové mříže a tím je potlačeno nebezpečí odtržení proudu od stěny. Úpravou bylo rovněž dosaženo mnohem vyrovnanějšího rychlostního profilu na radiále *M – M'* před vstupem do profilové mříže, jak je to zřejmé z obr. 7.



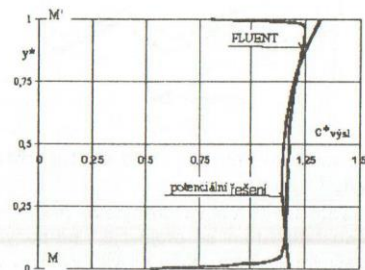
Obr. 7. Porovnání rychlostních profilů podél radiály *M – M'*.

3. Závěr

Vzhledem k tomu, že celý postup optimalizace je založen na teorii potenciálního proudění, je vhodné výsledky ověřit analýzou proudění s respektováním vazkosti. V uvedeném případě bylo proudění vazké tekutiny v navrženém optimalizovaném ohybu ověřováno výpočtem v programu FLUENT. Na obr. 8 je vynesem profil výsledné normované rychlosti podél radiály *M – M'* vypočtený ve FLUENTu ve srovnání s výsledkem potenciální teorie.

Na příkladě optimalizace anulárního ohybu pro spirálové hrdlo parní turbíny byla dokladována použitelnost a výhodnost modifikované návrhové metody pro optimalizaci aerodynamických

vlastností průtočných částí proudových strojů. Volba rychlosti potenciálního proudění na obrysu obtékané stěny dovoluje navrhnout jejich tvar tak, aby se co nejméně uplatnil nepříznivý vliv vazkosti.



Obr. 8. Porovnání potenciálního řešení rychlostního profilu podél radiály *M – M'* s výsledkem programu FLUENT.

Literatura

- [1] Jirků, S. : Aerodynamický výzkum v průmyslových aplikacích. Habilitační práce. ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, 1999. 95 s.
- [2] Nožička, J. : Rozšířená hodografická metoda syntézy obtékaného obrysu. Doktorská disertační práce, ČVUT FEL, Praha 1976.

- [3] Jirků, S. : Přibližná vzájemná transformace rovinných a osově symetrických proudových polí. Acta Polytechnica 14 (III – 3), 1983, s. 29 – 39.
- [4] Jirků, S., Kočárník, P. : Program pro rychlou analýzu potenciálních proudových polí. Kolokvium Dynamika tekutin 93. Praha: Ústav termomechaniky AV ČR, 1993. s. 27-28.
- [5] Jirků, S., Kočárník, P. : Návrh anulárního ohybu protékaného proudem s tangenciální složkou rychlosti. XIII. mezinárodní konference Aplikácia experimentálnych a numerických metód v mechanike tekutin. Žilinská univerzita, Žilina, Strojnícka fakulta. 25.4.-26.4. 2002, Oravský Biely Potok, Slovensko. s.142-149.

Poznámka redakce:

Článek prezentuje jednu z metod výpočtu potenciálního proudění ve vnitřní aerodynamice.

Aplikace těchto metod zejména v 70. a 80. letech minulého století pomohla při realizaci proudových strojů pozoruhodných výkonových parametrů. V současné době jsou tyto výpočtové postupy nahrazovány dokonalejšími, řešícími vazké proudění. Přesto se dají s výhodou použít při návrhových pracích zejména kvůli své relativní jednoduchosti.

Poznámky k suchému tření v mechanice těles

Prof. Ing. Cyril Höschl, DrSc.

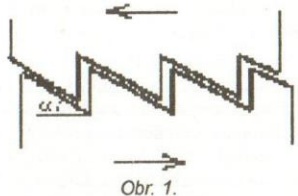
Příspěvek obsahuje krátký historický úvod k problematice suchého tření v mechanice. Nejjednodušší zákon je Coulombův, který se stále široce uplatňuje ve statické i v dynamice. Jako příklad uvádí autor dvě různá řešení vnějších a vnitřních reakcí u staticky zatížené svěrky sloužící k ruční manipulaci s kovovými plechy. Jenom jedno řešení je správné, druhé je důsledkem nevhodné aplikace Coulombova zákona.

Většinu čtenářů se při přečtení titulu vybaví pravděpodobně Coulombův zákon, citovaný snad v každé učebnici fyziky. Podle již méně

známého zákona H. Gerického [1] pocházejí takto pojmenované zákony či matematické věty vždy od někoho jiného. V případě Coulombova zákona to vsutku platí. První úvahy o tření totiž najdeme již u Leonarda da Vinciho (1452 – 1519). V jeho poznámkových sešitech [2] jsou věty: "Tření vyžaduje dvojnásobného úsilí, jestliže zdvojnásobíme tíhu. (...) Tření působené touž tíhou bude klást na počátku pohybu tíž odpor, i když se dotyk bude dít v různé šířce a délce."

Roku 1699 předstoupil před Královskou akademií věd v Paříži fyzik Guillaume Amon-

tons (1663 – 1705), pařížský rodák, který byl znám tím, že přišel s ideou "vzdušného telegrafu". Byl by to přístroj umístěný na vyvýšeném místě, který by pohyby svých mechanických ramen přenášel zakódovanými signály poslanci vzdálenému pozorovateli. Tentokrát však předložil jiný vynález, "moulin à feu"



Obr. 1.

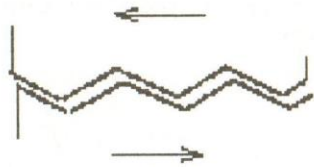
(mlýn poháněný ohněm). Při diskusi přišla řeč i na tření. Amontons tvrdil, že síla tření je za pohybu úměrná přítláčné síle a že nezávisí na velikosti stykové plochy. Toto tvrzení vzbudilo u ctihodných akademiků úžas. To, že by třecí síla nezávisela na velikosti plochy, v níž se tělesa dotýkají, bylo neuvěřitelné.

Jiný francouzský fyzik, Charles-Auguste de Coulomb (1736 – 1806), proslul svým vynálezem torsních vah, roku 1781 potvrdil správnost Amontonsova tvrzení. Kromě toho důsledně rozlišil působení tření za klidu a za relativního pohybu. Zjistil, že tečná reakce těsně před začátkem pohybu o málo převyšuje velikost této reakce po uvedení těles do vzájemného pohybu. Proto začal uvažovat o možné molekulární adhezi mezi povrchy, avšak pak tuto myšlenku zavrhl, neboť ji nedovedl uvést do souladu s poznatkem, že síla tření nezávisí na velikosti stykové plochy. Předpokládal tedy, byť s jistými rozpaky a pochybnostmi, že tření způsobují interakce nerovností povrchu.

Tyto pochybnosti nedaly ani o půl století později spát francouzskému generálu a fyzikovi Arthuru Morinovi (1795 – 1880). Zprávu o svých četných pokusech předložil roku 1833 a potvrdil správnost Coulombových poznatků. Podle něho je vlečné tření vskutku úměrné normálovému tlaku ve stykové ploše, avšak nezávisí na velikosti této plochy, a za mírných rychlostí (0,5 až 5 m.s-1) přibližně nezávisí ani na rychlosti.

Coulomb si tření nakonec vysvětloval jako vliv interakce nerovností povrchu, které si

představoval v ideálním případě jako pilovité výčnělky (obr.1). Je-li přenášena normálová síla N a tečná reakce za pohybu $T = fN$, kde



Obr. 2.

f je součinitel tření, pak při hladkých plochách vyjde $f = \text{tg } \alpha$.

Tato Coulombova představa má jeden nedostatek: tření se projevuje i při pohybu opačným směrem, takže pilovité výběžky by měly mít tvar spíše podle obr. 2. Tu se však vnučuje otázka, proč se odpor proti pohybu (vzestup na pilovitých výběžcích) nestředí s podporou pohybu (při sestupu)?

Podle současných poznatků je tření mezi pevnými tělesy jevem značně složitějším. Především styková plocha není skutečnou plochou dotyku; ta je mnohem menší a při stejné normálové síle téměř nezávislá na ploše zdánlivé. Tělesa se dotýkají pouze vrcholky hrbolek a ty se elasticky, popř. i plasticky deformují. Skutečná dotyková plocha se dá zjišťovat například proměřováním elektrického odporu. Tato metoda má však mnoho nedostatků. Především se ukázalo, že přechodový odpor není jednoduše nepřímo úměrný ploše skutečného kontaktu, jak by se mohlo předpokládat. Jde-li například o kruh o poloměru a , je přechodový odpor spíše nepřímo úměrný poloměru. Například pro plochu $A = \pi a^2$ je přechodový odpor R . Pro čtyři plochy o polovičním poloměru je celková plocha stejná, tj. $A = 4\pi(a/2)^2$, avšak přechodový odpor je poloviční, $R/2$. Kromě toho je měření komplikováno rušivou přítomností oxidů. Ty tolik nevádí při měření tepelného odporu, ale měření je obtížné a zpravidla málo přesné. Také lze použít optické metody, využít jevu interference a vnitřního odrazu, avšak tyto metody se omezují jen na průhledná tělesa. A tak nejlépe se osvědčilo měření průchodu ultrazvuku [3].

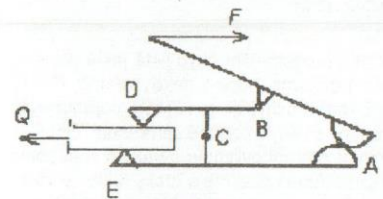
V místech dotyku vznikají za pohybu vysoké a velmi koncentrované teploty. Mezi

kovy vznikají (i za studena) mikrosvary. Jejich ustřížením a následným zrovnem vzniká otěr. Vznikají-li oxidy, mají zpravidla větší objem než původní materiál, což může vést například u ocelových šroubů nebo čepů k jejich postupnému a úplnému zadření. V jiných případech se u kovů naopak adsorbovaným filmem z oxidů nebo z plynů tření zmenšuje. U mazaných povrchů mohou být obě stykové plochy odděleny nakonec jen tenkou molekulární vrstvou (tzv. polosuché tření, na rozdíl od případu neporušeného kapalinového filmu podle známé Reynoldsovy teorie z r. 1886). Podrobnosti lze najít např. v literatuře [4],[5].

Ještě složitější je tření mezi polymery a látkami podobnými pryži. Tam se molekulární vazby popisují pomocí termo-kinetických a molekulárně kinetických teorií [6].

Není proto divu, že se součinitel tření může i u týchž materiálů lišit, nejsou-li podmínky pokusu identické. A tak například pro suché tření za pohybu ocele po oceli najdeme v příručkách tyto hodnoty [7]:

- 0,09 (při adhezi 0,15) – Szabó (1967)
 - 0,22 až 0,25 – Dobrovolný (1944)
 - 0,15 – Černoch (1977)
 - 0,58 (při adhezi 0,8) – Bowden, Tabor (1954)
- Tvrdí se, že Scottova výprava k Jižnímu pólu (1911 – 1913) ztroskotala mimo jiné i proto, že konstruktéři jeho motorových saní neznali správnou hodnotu součinitele tření, který u ledu značně závisí na teplotě a s klesající teplotou vzrůstá [4]. Například při pohybu ledu po ledu je součinitel tření $f = 0,02$ při teplotě -3 °C, avšak 0,08 při -40 °C. Voskovaná lyže se na

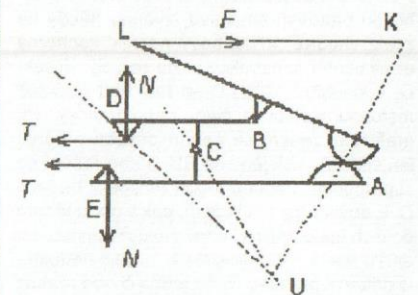


Obr. 3.

sněhu pohybuje za uvedené teploty se součinitelem tření 0,4. Je to desetinásobek hodnoty pro pohyb na suchém sněhu při 0 °C.

U mnoha technických úloh vystačíme

s Coulombovým zákonem v podobě nerovnosti $T \leq fN$, v níž znaménko rovnosti platí pouze za pohybu. V praxi se setkáváme s tím, že i takto jednoduchý vztah je špatně aplikován. Uvedeme příklad. Pro manipulaci s plechem byla navržena dvojí ruční úchytka schematicky znázorněná na obr. 3. Slouží k vytažení plechu o tloušťce h ze stohu. Plech je sevřen v bodech D, E a vytahován silou $F = Q$. Při dimenzování úchytky vycházeli konstruktéři z mezího případu, kdy dojde v bodech D, E k prokluzu a síla F bude mít proto maximální možnou velikost. Bude tedy



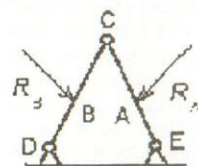
Obr. 4.

$$T = \frac{1}{2} Q, \quad N = \frac{T}{f} \quad (1, 2)$$

Tyto síly tedy známe. Nyní určíme vektorovou přímku reakce RB v bodě B (musí procházet průsečíkem vektorové přímky síly F s vektorovou přímku reakce RA v bodě A, tedy bodem K, obr. 4). Protože sílu F známe, můžeme zbývající síly RA, RB určit z podmínek rovnováhy tří sil působících na uvolněný horní díl ABL úchytky. Také na uvolněný díl BCD úchytky působí pouze tři síly. Protože tři síly v rovnováze musejí procházet jedním bodem, známe i vektorovou přímku reakce RC (musí procházet společným průsečíkem U). Velikost této reakce určíme například z momentové podmínky rovnováhy členu BCD k bodu D.

Pozornému čtenáři jistě neuniklo, co uniklo konstruktérům, že totiž takto určená reakce RC obecně nebude tvořit s reakcemi RD a RB uzavřený obrazec (trojúhelník), takže podmínka rovnováhy členu BCD nebude splněna. V čem je chyba?

Konstruktéři se dopustili chyby, když předpokládali prokluz v bodech D, E, aniž se přesvědčili, že takový stav může nastat. Úlohu je třeba řešit nejprve za předpokladu, že prokluz nenastane, takže úchytky je na plechu v bodech D, E jakoby kloubově



Obr. 5.

uložena. Pro známou sílu F získáme z podmínek rovnováhy členu ABL reakce R_A , R_B . Zbývající část konstrukce DCE tvoří tříkloubovou prutovou soustavu, zvanou někdy ne zcela vhodně "tříkloubový nosník" (schéma ekvivalentní konstrukce je na obr. 5). Reakce v kloubech C, E, D se řeší buď početně metodou uvolňování členů nebo graficky. Při grafickém řešení se nechá působit nejprve jen síla R_A , pak jen síla R_B , a obě řešení se superponují. Padnou-li obě reakce v bodech D, E dovnitř třecích kuželů, pak v obou těchto bodech bude $T < fN$ a žádný prokluz nenastane, ani když síla F jakkoli vzroste (ovšem nedojde-li přitom k poruše). Nebo jedna či obě reakce padnou vně povrchu kužele. Takové řešení nemůže platit, neboť je v rozporu s Coulombovým zákonem. Proto nastane v jednom či v obou místech prokluz. Úchytky se buď pootočí do jiné polohy nebo plech ze sevření vyklouzne.

Na tomto příkladu je zajímavé i to, že konstruktéři úchytky tuto námičku k svému řešení nikdy nepochopili. A co vy, milí čtenáři?

Literatura

- [1] GÖRTLER, H.: Zur Geschichte des []-Theorems. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik 55 (1975), 1, 3-8.
- [2] Leonardo da VINCI, Poznámkové sešity (angl.). Jonathan Cape, London 1938.
- [3] KENDALL, K. – TABOR, D.: An ultrasonic study of the area of contact between stationary and sliding surfaces. Proceedings of the Royal Society London, Series A, 323 (1971), 321-340.
- [4] BOWDEN, F.P. – TABOR, D.: The friction and Lubrication of Solids. Clarendon Press, Oxford 1954.
- [5] COURTENEY-PRATT, J.S. – EISNER, E.: The effect of a tangential force on the contact of metallic bodies. Proceedings of the Royal Society London, Series A, 238 (1957), 529-550.
- [6] KRAGELSKIJ, I.V.: O prirodě trenija polimerov. Mechanika polimerov (1972), 5, 797-808.
- [7] HÖSCHL, C.: O potřebě kritického zkoumání výsledků badatelského výzkumu. In: Inženýrská mechanika '95, Ústav termomechaniky AV ČR, 1995.

Blíží se konec chyb měření ?

Ing. František Vdoleček, CSc.

Úvod

Otázku položenou v názvu tohoto článku je možno pochopit a také příslušně vysvětlit několika způsoby. Samozřejmě, že nadšený a nekritický propagátor moderních technologií zajásá, že se dostáváme do etapy, kdy opravdu veškeré chyby z našeho každodenního života zmizí. Taková představa je jistě zcestná a ještě dlouho bude nerealná. Žádná, ani ta nejdokonalější technika není a ještě dlouho nebude stoprocentně spolehlivá a v oboru měření působí tolik negativních vlivů, že si na úplné a

dokonalé odstranění chyb jistě ještě dlouhou dobu počkáme, bude-li někdy reálné. Pro ty, kteří snad pochybují, je tu ještě pojistka výše uvedené úvahy v podobě samotného člověka. Většinu měření ovlivňuje nějakým způsobem bezprostředně obsluha a lidský faktor je většinou zárukou existence problémů i v kombinaci se špičkovou technikou.

Cílem tohoto článku je upozornit na zcela jinou skutečnost. V posledních letech se začíná i do běžného života postupně prosazovat zcela nový přístup k hodnocení dřívějších chyb, ra-

ději použijeme na tomto místě slova „nepřesnost“, jehož výsledek je označován jako nejistota měření. Protože široká technická veřejnost ne vždy správně používá tohoto relativně nového pojmu, pokusme se v následujícím textu stručně a populárně podívat na historii i souvislosti nejistot, které ve specializovaných oblastech metrologie již dnes i u nás nahradily a postupně by měly i každodenní praxi nahradit tradiční chyby.

Trocha historie

Při troše sebekritiky nenalezneme měření, o němž bychom mohli říci, že jeho výsledek je absolutně přesný. Dlouhá léta jsme byli zvyklí při vyhodnocování souborů naměřených hodnot určovat složky systematických a náhodných chyb. Mezinárodní výbor pro váhy a míry (Comite International des Poids et Mesures - CIPM), který řídí činnost Mezinárodního úřadu pro váhy a míry (Bureau International des Poids et Mesures - BIPM) na svých zasedáních v osmdesátých letech přijal doporučení pro jejich nahrazení nejistotami měření. K jejich vyjadřování byla přijata řada doporučení, která vyústila v roce 1990 v dokumentu Západoevropského kalibračního sdružení WECC č. 19 [2]. Na jeho základě pak byly postupně přijímány další národní předpisy pro jednotnost vyjadřování nejistot měření. U nás jsou dosud reprezentovány především Technickými předpisy metrologickými TPM řady 005x [3] a postupně prorůstají do dalších norem přijímaných v rámci harmonizace s normami ISO a EN. Vedle zásadní směrnice [1] z roku 1993 jsou to především dokumenty řady EAL, kterými se ale v tomto populárně pojatém článku nebudeme blíže zabývat.

Tradiční pojetí chyb

Z hlediska vyjadřování hovoříme o chybách absolutních a relativních. Pokud jde o zdroje chyb měření, můžeme je rozdělit na chyby přístroje, metody, pozorování a vyhodnocení. Podle působení je můžeme rozdělit do tří skupin na systematické, náhodné a hrubé.

Systematické chyby jsou při stálých podmínkách rovněž stále a svým působením „systematicky“ ovlivňují výsledek měření – posouvají ho při opakování trvale ve smyslu

stejněho znaménka. V praxi se je snažíme odstranit pomocí korekce, kompenzace, odstraněním vlivu prostředí. Takto však odstraníme jen podstatnou část a zůstává nám často jejich jistý zbytek – nevyložené systematické chyby. Toto je právě oblast, kterou mohou postihnout nové přístupy k určení nejistot v měření.

Náhodné chyby působí zcela nahodile, jsou těžko předvídatelné a odhadnutelné. Při opakování měření se mění jak jejich velikost, tak i znaménko. Při jejich stanovení vycházíme z opakovaných měření a určíme je jako výsledek statistického vyhodnocení při použití příslušné pravděpodobnostní závislosti. Touto závislostí je patřičný zákon rozdělení příslušné náhodné chyby, velmi často se jedná o rozdělení normální.

Hrubé chyby jsou pak zcela nevyzpytatelné. Měření zatížené hrubou chybou může zcela znehodnotit celý experiment, a proto naměřené hodnoty, které markantně „vybočují z řady“ vyloučíme z dalšího zpracování. Omezit riziko jejich výskytu lze důsledným dodržováním příslušných měřicích postupů, podmínek měření i pozorností obsluhy.

Nejistoty měření a jejich zdroje

Jako nejistotu měření obvykle definujeme určitý parametr, který souvisí bezprostředně s výsledkem měření a který charakterizuje rozpětí hodnot, v nichž se nachází výsledná naměřená hodnota vůči hodnotě pravé. Jak již bylo naznačeno dříve, při „klasických“ přístupech se nám jen málokdy podařilo určit úplně systematickou chybu. Přes veškerou snahu se mnohdy jednalo pouze o odhad, který eliminoval jen část (byť podstatnou) komplexní systematické chyby a část ji pak ponechal nepostihnutou, popř. předpokládal zahrnutí tohoto zbytku do složky chyby nahodilé.

Jako zdroje nejistot můžeme označit veškeré jevy, které nějakým způsobem ovlivní neurčitost jednoznačného stanovení výsledku měření, a tím vzdalují naměřenou hodnotu od hodnoty skutečné. Značnou roli sehrává i skutečnost, zda se jedná o měřicí metody přímé nebo nepřímé. Vliv na nejistoty má výběr měřicích přístrojů analogových nebo číslicových, použití různých filtrů, vzorkovačů a dalších prostředků v celé trase přenosu a

úpravy měřicího signálu. Snad nejvýraznější podíl na nejistotách mají rušivé vlivy prostředí v tom nejširším slova smyslu.

Vyjmenovat veškeré možné zdroje nejistot je zde prakticky nemožné, takže se pokusme alespoň uvést ty, které se vyskytují častěji:

- ♦ nedokonalá, či neúplná definice měřené veličiny popř. její realizace
- ♦ nevhodný výběr přístroje (rozlišovací schopnost, ...)
- ♦ nevhodný výběr vzorků měření
- ♦ nevhodný postup při měření
- ♦ zjednodušení (zaokrouhlení) konstant, a převzatých hodnot
- ♦ linearizace, aproximace, interpolace a extrapolace při vyhodnocení
- ♦ neznámé nebo nekompensované vlivy prostředí
- ♦ nedodržení shodných podmínek při opakovaných měřeních
- ♦ subjektivní vlivy obsluhy
- ♦ a mnoho dalších

Značnou roli sehrává i skutečnost, zda se jedná o měřicí metody přímé nebo nepřímé. Vliv na nejistoty má výběr měřicích přístrojů analogových nebo číslicových, použití různých převodníků, filtrů, vzorkovačů a dalších prvků v celé trase přenosu a úpravy měřicího signálu

Rozdělení nejistot

Nejistoty lze rozdělit na standardní a rozšířené nebo podle metod jejich určení na nejistoty určované pomocí metod A, B a kombinované.

Nejistota určovaná pomocí metod typu A je výsledkem statistického zpracování naměřených hodnot. Tato nejistota je reprezentována výběrovým rozptylem opakovaně měřené hodnoty a jedná se tedy o jakousi analogii s vyhodnocováním náhodných složek chyb. Základem pro její určení je možnost opakovaní měření v příslušném počtu, získání nezávislých výsledků měření za stejných podmínek měření. Nejčastěji se předpokládá, že jsme schopni měření opakovat alespoň 10x. Pro menší počet opakování je třeba předpokládat většinou znalost jiného podobného souboru s větším počtem měření (blížícího se z hlediska

statistiky základnímu souboru) díky němuž a znalosti (odhadu) jeho nejistot jsou přepočteny nejistoty našeho souboru. Nejistotu tohoto typu pro veličinu x zpravidla označujeme $u_A(x)$ a určí se podle vztahu

$$u_A(x) = s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{n(n-1)}} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

což představuje vlastně směrodatnou odchylku aritmetického průměru, kde tento aritmetický průměr se určí ze známého vzorce

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Nejistoty určované pomocí metod typu B jsou takové, které se zjišťují jinými než statistickými metodami z opakovaných měření. V pohledu z podobných zorných úhlů jako u předchozí kapitoly je zřejmé, že se jedná vlastně o analogii se systematickými složkami chyb, které na naše měření působí. Za jejich nejčastější zdroje jsou označovány nedokonalosti:

- ♦ použitých měřicích přístrojů a systémů
- ♦ použitých metod měření
- ♦ použitých přepočtových konstant při nepřímém měření
- ♦ použitých výpočtových vztahů (linearizace apod.)
- ♦ podmínek měření (vlivy prostředí ...)

Pro měření přímá se tedy bude jednat o hodnoty známých korekcí použitého přístroje, chyby metody, vlivy okolního prostředí, ať již působící přímo nebo prostřednictvím dalších veličin. Při nepřímém měření budou dominantní především různé linearizace a zjednodušující úpravy výpočtových vzorců a vztahů k určení hledané výsledné veličiny, zaokrouhlování použitých konstant atd. Analogicky ji pro veličinu x označíme $u_B(x)$.

Nejistota určovaná metodou typu B vychází z dílčích nejistot jednotlivých zdrojů. Pokud známe maximální odchylku j-tého zdroje nejistoty z_j max, jeho nejistotu $u_B(z_j)$ určíme podle vztahu

$$u_B(z_j) = \frac{z_{j \max}}{k}$$

kde k je hodnota příslušná ke zvolené aproximační rozdělení pravděpodobnosti:

- pro normální rozdělení (N) $k = 3$ ($k = 2$),
- pro rovnoměrné (pravouhlé) rozdělení (R) $k = \sqrt{3}$ – používá se nejčastěji,
- pro trojúhelníkové rozdělení (S) $k = 2,45$, apod.

V praxi se používají nejčastěji právě rozdělení normální (Gaussovo) a rovnoměrné. Normální rozdělení použijeme tehdy, pokud se častěji mohou vyskytovat malé odchylky od nominální (jmenovité) hodnoty, zatímco s rostoucí velikostí odchylky jejich pravděpodobnost výskytu klesá. (Např. když zdrojem nejistoty je měřicí přístroj od spolehlivého výrobce, u něhož lze předpokládat, že většina přístrojů bude s malými chybami).

Rovnoměrné rozdělení použijeme v případech, kdy je stejná pravděpodobnost výskytu kterékoliv odchylky v celém daném intervalu $\pm z_{\max}$. Tato aproximace se používá nejčastěji v běžné praxi. Důvodem je především to, že většinou nemáme dostatečné poznatky o rozdělení pravděpodobnosti výskytu odchylek a nemáme důvody pro upřednostnění některých odchylek a tedy i použití jiného typu rozdělení.

Existuje celá řada dalších možných postupů při určování nejistot metodami typu B, ale s těmi je možno se seznámit ve odborné literatuře, např. [1], [4], [5]. Působí-li na výslednou veličinu, např. x více různých zdrojů nejistot určených pomocí metod typu B, pak výslednou vypočítáme prostřednictvím součtu čtverců

$$u_B(x) = \sqrt{\sum_{j=1}^p A_j^2 u_B^2(z_j)}$$

kde A_j jsou koeficienty citlivosti pro něž v nejběžnějším případě platí, že jsou parciální derivací výsledné funkce podle té které proměnné.

Máme-li určeny obě složky nejistot (A i B), určí se výsledná standardní kombinovaná nejistota veličiny x jako součet čtverců obou složek

$$u_C^2(x) = u_A^2(x) + u_B^2(x)$$

$$\text{resp } u_C(x) = \sqrt{u_A^2(x) + u_B^2(x)}$$

Pokud se na výsledku výstupní veličiny y podílí více vstupních veličin x_i , pak pro výslednou nejistotu platí

$$u_C^2(y) = \sum_{i=1}^m A_i^2 u_C^2(x_i)$$

kde A_i jsou koeficienty citlivosti pro něž v nejběžnějším případě platí vztah

$$A_i = \left. \frac{\partial f(x_1, x_2, \dots, x_m)}{\partial x_i} \right|_{x_1 = x_1, \dots, x_m = x_m}$$

Podobně jako u chyb můžeme ještě použít nejistot rozšířených, tam, kde nevystačíme s nejistotami standardními. Původně stanovená standardní nejistota představuje např. u nejčastěji používaného normálního rozdělení interval určený s pravděpodobností cca 68%. Podobně je tomu i u jiných zákonů rozdělení. Aby bylo dosaženo lepšího intervalu pokrytí, blížícího se 100%, je třeba rozšířit standardní nejistotu koeficientem rozšíření kr.

Jeho význam je prakticky shodný s významem kvantilů u normálního Gaussova rozdělení, kde $kr = 2$ pro rozšíření na 95 % a $kr = 3$ na 99,7 % pravděpodobnost, a pod. Rozšíření se zpravidla aplikuje až na výslednou nejistotu kombinovanou, takže potom použijeme vztah

$$U(y) = k_r \cdot u_C(y)$$

kde $U(y)$ je rozšířená nejistota, kr je koeficient rozšíření a $u_C(y)$ je standardní kombinovaná nejistota veličiny y.

Pokud je výsledná veličina určována pomocí nepřímých metod měření, tj. měříme – li několik vstupních veličin a pomocí funkčních vztahů a dalších operací zjistíme výpočtem, s využitím grafů apod. výslednou hledanou hodnotu, podstatně to zkomplikuje také určování výsledné nejistoty. Vztahy zde použité budou zkomplikovány dalšími složkami, ve kterých se projeví vzájemné korelace mezi vstupními veličinami, což se odrazí na kovariancích, které ve většině případů zpravidla zhorší výslednou nejistotu. Přiblížení analýz kovariančních vlivů nejistot však zdaleka překračuje rámcem tohoto jednoduchého úvodu do oblasti nejistot a při-

padným zájemcům je možno doporučit např. lit. [8].

Uvádění výsledků měření

Dle nových předpisů se pak uvádí výsledek měření nejčastěji ve tvaru s nejistotou kombinovanou nebo rozšířenou. Použijeme-li k zápisu standardní kombinované nejistoty, může jako příklad posloužit určení délky s nominální hodnotou $l = 100$ mm. Při odchylce naměřené hodnoty od hodnoty jmenovité $0,052$ mm a kombinované nejistoty $u_C(l) = 38$ μ m můžeme výsledek zapsat takto:

- $1 = 100,052$ mm s $u_C(l) = 38$ μ m
- $1 = 100,052$ (38) mm, kde číslo v závorce představuje číselnou hodnotu kombinované standardní nejistoty $u_C(l)$ vztaženou na odpovídající poslední číslice zapsaného výsledku,
- $l = 100,052$ (0,038) mm, kde číslo v závorce představuje číselnou hodnotu kombinované standardní nejistoty, vyjádřenou v jednotkách zápisu výsledku.

Pokud použijeme pro tentýž příklad zápisu rozšíření nejistoty bude vypadat následovně: $l = (100,052 \pm 0,076)$ mm, kde číslo následující po značce \pm představuje číselnou hodnotu kombinované standardní nejistoty $U = kr \cdot u_C(l)$, přičemž nejistota U se určila z kombinované standardní nejistoty $u_C(l)$ a koeficientu rozšíření $kr = 2$, založeného na Gaussově rozdělení a definuje interval, který má odhadovanou hladinu spolehlivosti 95%.

Jinou variantou uvádění výsledků s nejistotami, jejíž přiblížení ale raději opět nechejme na další literatuře, by mohla být bilanční tabulka.

Závěr

Článek se pokusil částečně populárnější formou upozornit na skutečnost, že se zřejmě v nejbližších letech pomalu a jistě budeme v každodenním životě setkávat s nejistotami, nikoli s chybami. Vždyť již dnes by většina baleného zboží měla být opatřena údajem o objemu či hmotnosti svého obsahu s udáním patřičné nejistoty. V normálním každodenním shonu si asi ani neuvědomujeme nijakou změnu, protože tento údaj bývá velmi často prezentován způsobem uvádění rozšířené

nejistoty (ovšem bez udání koeficientu rozšíření). Reakce je spíše vstřícná, kupující bere na vědomí, že výrobce se netváří jako absolutně neomylný subjekt a připouští jistou toleranci plnění svého zboží. Jak tato tolerance vznikla, tím se na první pohled mnoho lidí netrápí a jestli je to chyba, tolerance, nejistota, nepřesnost, či terminologicky cosi jiného, tím se nezatežují.

Stále častěji ale bude kladen v souvislosti s praktickou, nejen formální, harmonizací našich norem a předpisů, aby tato „tolerance“ byla určována jako nejistota. To znamená, podle metodik a postupů, naznačených v tomto textu, který se vše pokusil stručně přiblížit a naznačit možnosti a odlišnosti od analýzy klasických chyb. Rozhodně by se nemělo v budoucnu jednat o dnes ještě rozšířený nešvar, že se klasické chyby prostě vydávají za nejistoty, a protože v mnoha případech se co do absolutních číselných hodnot zase tak moc neliší, „ono se vlastně až tak moc nestane a všichni jsou spokojeni“.

Vrátíme-li se k otázce v názvu článku, tak je odpověď jednoznačná: konec chyb se neblíží, chyby pokračují. Co se mění, je skutečnost, že napříště nebudou chyby figurovat bezprostředně v uváděných výsledcích měření, ale stávají se s novou metodikou zdroji nejistot. Chyby budou tedy nadále provázet jakákoli měření, jejich metody, přístroje, působení prostředí i lidí na procesy atd., ale z hlediska prezentace výsledků budou takto vstupovat jako vstupní parametry do analýzy nejistot podle současné metodiky ISO. U výsledků prezentovaných na obalech, v protokolech aj. již nebudou (neměly by) figurovat přímo, ale pouze zprostředkovaně, přetřansformované do v mnoha směrech objektivnějších nejistot.

Literatura

- [1] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (Směrnice pro vyjadřování nejistoty při měření), BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1995.
- [2] WECC Doc.19-1990. Guidelines for the Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration. WECC, 1990.

[3] Technický předpis metrologický TPM 0051-93, FÚMN, 1993.

[4] CHUDÝ, V., PALENČÁR, R., KUREKOVÁ, E., HALAJ, M.: Meranie technických veličín. Bratislava: Vydavateľstvo STU v Bratislave 1999, 688. ISBN 80-227-1275-2.

[5] Palenčár, R., Kureková, E., Vdoleček, F., Halaj, M.: Systém riadenia merania. Bratislava: Grafické štúdio - Juriga, 2001, 208, ISBN 80-968449-7-0.

[6] Palenčár, R., Vdoleček, F., Halaj, M.: Nejistoty v měření I: Vyjadřování nejistot. Automa, 2001, ročník 7, č. 7-8, s. 50-54. ISSN 1210-9592.

[7] Vdoleček, F., Palenčár, R., Halaj, M.: Nejistoty v měření II: Nejistoty přímých měření. Automa, 2001, ročník 7, č. 10, s. 52-56. ISSN 1210-9592.

[8] Vdoleček, F., Palenčár, R., Halaj, M.: Nejistoty v měření III: Nejistoty nepřímých měření. Automa, 2001, ročník 7, č. 12, s. 28 - 33. ISSN 1210-9592.

ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI

ZÁPIS z 21. zasedání Senátu ASI uskutečněného dne 16.října 2002 v a.s.VÍTKOVICE, v hotelu ATOM v Ostravě-Vítkovicích.

Jednání se zúčastnilo 12 členů ASI, z toho 8 senátorů. Jednání zahájil viceprezident Senátu ASI prof. Ing. Jaromír Slavík, CSc. současně s omluvou nepřítomného předsedy senátu p. Ing. Jana Havelky.

Uvítání a prezentace hostitelské organizace. Úvodního slova se za hostitelskou organizaci ujal člen představenstva a.s. VÍTKOVICE a ředitel d.a.s. TĚŽKÉ STROJÍRENSTVÍ p. Ing. Jan Skipala, PhD s tím, že pro účastníky je připraven program podle pozvánky na jednání. Nastínil nejprve problematiku a důsledky nepodařené privatizace z 90. let, jež státu jako vlastníku zanechala dluhy ve výši několika miliard.

Nově zahájená restrukturalizace se postupně vyrovnává s dlužníky a privatizace se orientuje na podnikatelskou činnost v oblasti hutnictví a těžkého strojírenství. Organizačně bude od 1.11.t.r. struktura podniku členěna do oborových dceřinných akciových společností (d.a.s.), zastřešených holdingem s ročním obrátem cca 7 mld.Kč se zaměstnaneckou základnou cca 8000 pracovníků.

Podnik je ve stadiu hospodářské stabilizace a hledání strategického partnera, který bude nositelem oborového „know-how“ a tím

garantem na světovém trhu. Nosnými obory jsou hutní obory (slévárna, kovárna), energetika a těžké strojírenství, jež dominuje zejména dodávkami velkých zalomených motorových lodních hřídelů, lodních kormidlových závěsů a válcovacích tratí (s hmotností jejich částí do 100t, délkou do 25m).

Perspektivně holding uvažuje o dodávkách investičních celků. Zde však naráží na nedostatek kvalitních odborných kádrů, zejména zkušebních projektantů, kteří v průběhu nekonceptční prvotní privatizace podnik opustili. Nábor mezi mladou, ze škol vycházející technickou inteligencí se nedaří pro celostátní preference studia i finančního hodnocení v konkurenčních oborech. Proto je velmi žádoucí zabývat se reorganizací technického školství a spolu s ASI vyvíjet tlak na společenskou rehabilitaci zejména strojírenství v řídicí státní školské i politické sféře.

Exkurze

Podle programu pak následovala exkurze účastníků zasedání do výroben d.a.s. TĚŽKÉ STROJÍRENSTVÍ. Byly navštíveny prostory malé i velké obrobny a montáže. Kvalifikovaný průvodce demonstroval náročnost kusové výroby na šestiklikovém lodním hřídeli pro holandského zákazníka, který musí vyhovět specifickým přejímacím podmínkám. Obdiv všech účastníků si vyžádala rovněž výroba a montáž lodního kormidla do závěsu.

Všichni účastníci ocenili odbornost i profesní náročnost, s níž se setkali na dílnách

ve Vítkovicích. Rovněž vyjádřili mimořádnost zážitku, který jim návštěva takového provozu připravila.

Jednání Senátu

Odpolední jednání zahájil viceprezident Senátu p.prof.Slavík tím, že předal jmenovací dekret novému senátoru p.Ing.Hubertu Obrovi,CSc, řediteli Modřanských strojireň, a.s.

Následně se ujal slova předseda ASI p.prof.Holý a podal přehled o činnosti Asociace od posledního zasedání Senátu ve VÚHU v Mostě. Kromě běžné organizační činnosti jako jsou pravidelné pracovní schůze Výboru ASI, vydávání bulletinu a pořádání technických úterků zmínil úspěšný průběh konference 40. EAN v červnu na FS ČVUT a účast na veletrhu MACH 2002. Dále zdůraznil současnou přípravu konferencí v roce 2003 5. TURBOMACHINARY v březnu a SMiRT 17 v srpnu v Praze. V oblasti spolupráce vyzdvihl zejména vstřícný postoj FS v Praze i v Brně, kooperaci se Svazem průmyslu a Asociaci inovačního podnikání.

V otázce rozšíření členské základny zejména mezi mladou technickou inteligencí konstatoval stagnaci přesto, že mimopražské Kluby ASI zvláště v Plzni,Pardubicích a České Třebové vykazují velmi dobré pracovní výsledky. K tomu připojil podnětnou poznámku tajemník ASI p. Ing.Daněk s tím, aby zejména ostravské podniky podpořily ustavení regionálního Klubu ASI v Ostravě.

Poté vyzval přítomné k diskusi v otázce reorganizace vysokého školství technických směrů, jak to vyplynulo z jednání Svazu průmyslu na letošním BVV.

Diskuse

V prvním diskusním příspěvku navázal p.řed.Skipala na otázku problematického stavu osnov na VŠ technického směru tím, že zmínil návrh ostravských podniků na uspořádání Dne diskuse s VŠ, výzkumnými ústavami a Svazem průmyslu v listopadu t.r. v Ostravě.

P. prof. Slavík upozornil přítomné na seminář „Strojní inženýři pro 21.století“, který na diskutované téma uspořádá FS-TU v Brně s místním Klubem ASI a kterému bude předcházet dotazníková akce mezi významnými prů-

myslovými podniky. Současně dal k dispozici pozvánku i dotazníky.

P. Ing. Sviták (ŠKODA-Plzeň) poznamenal, že záleží na managementech průmyslových podniků, aby nastavením vhodných podmínek přilákali mladé inženýry, protože pouhá administrativní opatření v oblasti školství nemohou být účinná.

K tomu dodal p.řed.Skipala,že průmysl musí dát školám směr v odborných disciplínách daný současným rozvojem těchto oborů a školy v tom smyslu musí zformovat své učební osnovy. A tyto ideje nutno infiltrovat do byrokracie řídicích ministerstev.

P.řed. Obr připojil názor, že u nás chybí dlouholetá koncepce rozvoje v jednotlivých strojírenských oborech. Protože tisk často v těchto otázkách veřejnost dezinformuje, je třeba veřejnost i řídicí administrativu přesvědčit, že průmysl je v našich podmínkách věc veřejná, která vyžaduje koncepční řízení i podporu rozvoje.

P.řed. Lesák (ZVVZ, a.s. Milevsko) porovnal své studijní zkušenosti na FS v Praze se současnými podmínkami svého syna, který též prochází studiem na téže fakultě. Je přesvědčen, že současné osnovy výuky na FS obsahují řadu pro praxi zcela zbytečných informací, které studenty odrazují od studia, zvláště když jim různé školy nastavují různá kritéria postupu. Studenti pak přirozeně vybírají studium tam, kde je to snazší a tím teoreticky obtížné studium strojního inženýra mnoho studentů odrazuje, zejména když zjistí, že i finanční efekt úspěšného absolventa FS zaostává za dealery a prodávací bez vysokoškolského absolutoria.

K tomu dodává p.Ing.Daněk informaci o veletrhu práce IAST, který odčerpává absolventy do zahraničí.

V závěrečném shrnutí projevených názorů p.prof. Holý navrhuje sestavit písemný dokument pro MŠVM a MPO, obsahující hlavní zásady racionální přípravy studentů na FS ve smyslu zde přednesených myšlenek.Současně je nezbytné, aby - po vzoru v severovýchodních - řídicí aparáty na základě fundovaných analýz o potřebách průmyslu předávaly na VŠ směrná čísla příjmu studentů do jednotlivých

oborů. Přitom je třeba vytvořit rovné podmínky na jednotlivých VŠ tak, aby potřebné obory byly finančně preferovány a studijní úmrtnost byla minimální.

Tajemník ASI p.Ing.Daněk pak shrnul závěry z diskuse a do usnesení navrhl zapracovat:

1. Doporučit senátorům ASI i pracovníkům na VŠ, aby věnovali maximální pozornost seminářům „Strojní inženýři pro 21. století“ a podpořili souběžnou dotazníkovou anketu(do 10.12.2002).
- 2.Pracovníkům FS doporučit účast na „Dnu diskuse s VŠ“ v listopadu v Ostravě.
- 3.S využitím „Bílé knihy MPO“ a informací dalších institucí (zejména Svazu průmyslu, AIP) zaslat na MŠVM a MPO informující dokument o urgentních závěrech 21.zasedání senátorů k otázkám reformy ve výchově technické inteligence.
4. Vyzvat senátory a představitele ostravské průmyslové oblasti k lobbingu za ustavení Klubu ASI při VŠB v Ostravě.

Závěr

Vyjádřením poděkování představitelům a.s. VÍTKOVICE za dokonalejší přípravu i organizaci zasedání ukončil p.prof. Slavík jednání s tím, že příští 22. zasedání se uskuteční opět ve středu a to ve ŠKODA,a.s. Mladá Boleslav v dubnu 2003.

V Ostravě, 16.října 2002.

Zapsal: Ing.J.Šafář, jednatel ASI

Turbostroje - dynamika tekutin a termodynamika

17. - 22. března 2002 Praha

Od čtvrté evropské konference na shodné téma, která byla uspořádána ve Florencii v r 2001 a o níž bylo referováno v Bulletinu ASI č. 24, 2001, uplynou brzy dva roky a v Praze bude v příštím roce uspořádána konference pátá. Pořadatelem pražské konference je Klub ASI - turbostroje - Plzeň ve spolupráci s hlavním výběrem ASI v Praze. Spolupřátel konference je dalších deset inženýrských organizací z evropských zemí. Jednacím jazykem konference je angličtina.

Pro konferenci jsme dostali nabídnuto cca 230 referátů. Oponentní řízení nabídnutých referátů proběhlo ve dvou kolech. Nejprve Evropský výbor se současným předsedou Prof. C. Sieverdingem z Bruselu (B) rozdělil na jednání v Praze 16.4.2002 referáty podle tématiky a nevhodné odmítl. Ve druhém kole bylo 133 referátů oponentováno vždy třemi oponenty z různých evropských zemí. Oponentury řídil Prof. G. Bois z Lille. Pro konferenci bylo na dalším pražském jednání Evropského výboru 15.11.2002 přijato 107 referátů, z toho sedm českých. Referáty budou vydány v knižní podobě ve sborníku. Referáty s nejvyšším hodnocením oponentů budou navíc publikovány v oficiálním publikačním časopise evropské konference „Journal of Power and Energy“ (UK). Do programu konference byly zařazeny rovněž tři přednášky pozvaných autorů a dva příspěvky českých partnerů konference.

Konference proběhne ve dvou paralelních sekcích v Masarykově koleji a souběžně se připravuje malá výstava firem se zaměřením na měřicí techniku, software apod.

Je potěšitelné, že se k dnešnímu dni přihlásilo deset partnerů konferenci z České republiky, kteří podporují místní organizační týmy v Praze a v Plzni a kteří podpořili také konání konference finančně. Konference proběhne pod patronací Evropské komise (EC) v Bruselu a převzal nad ní záštitu ministr průmyslu a obchodu ČR.

Referáty přednesené na konferenci budou směřovány na následující tématické okruhy: aero-termodynamika turbín, aerodynamika kompresorů, přechod a modelování turbulence, optimální navrhování, akustika, přestup tepla, parní turbíny, odstředivé kompresory, hydraulické stroje, zkoušky a měření, diagnostika.

V závěru konference budou uspořádány dvě nebo tři souběžné odborné exkurze do výrobního závodu a na elektrárnu.

Přejeme si, aby si účastníci odnesli příznivý dojem z místa konání a aby mohli během konference navázat nové osobní kontakty se svými kolegy z evropských zemí. Uspořádáme k tomu účelu několik společenských akcí.

Pátá Evropská konference o turbostrojích bude do jisté míry jubilejní, protože uplyne de-

set let od založení Evropského výboru pro její organizaci a bude to první konference v zemi mimo Evropskou unii.

Podrobnější informace o konferenci naleznete na webových stránkách www.turbomachinery5.cz.

Prof. Ing. Miroslav Šťastný, DrSc.
člen Evropského výboru konference
o turbostrojích

Stav příprav mezinárodní konference SMIRT 17

Mezinárodní konference SMIRT 17 (Structural Mechanics in Reactor Technology) se uskutečnila v TOP HOTELU Praha ve dnech 17. až 22. srpna 2003. V současné době intenzivně probíhá její příprava.

Informace o pořádání konference byla sekretariátem SMIRT 17, sídlícím z části v brněnské pobočce společnosti TERIS 2002, a. s. a z části v Ústavu aplikované mechaniky Brno, s. r. o., rozeslána poštou a e-mailem na cca 5 500 adres do celého světa. Bylo obdrženo 582 abstraktů od 489 autorů. Z České republiky bylo zasláno 47 abstraktů, nejvíce z Koreje 82, z Japonska 70 a z USA 60. Délka abstraktů byla vyžadována na jednu stránku A4. Mezinárodní vědecká komise na svém zasedání ve dnech 13. a 14. října 2002 v TOP HOTELU Praha abstrakty posoudila a rozhodla všechny přijmout. Došla k závěru, že budou pro konferenci přínosem. Z historie konferencí SMIRT se však ví, že počet skutečně zaslanych příspěvků na konferenci je roven cca 60 % až 70 % počtu zaslanych abstraktů. Lze tedy očekávat až 400 příspěvků od 360 přednášejících. Celkový počet účastníků lze odhadnout na 420.

V současné době jsou ze sekretariátu SMIRT 17 zaslány oficiální dopisy, sdělující akceptaci abstraktů, podepsané předsedou SMIRT 17 a současně prezidentem společnosti IASMiRT Doc. Vejvodou. Přiloženy jsou podmínky pro napsání článku, příklad článku a příslušné formuláře. Podklady byly také zaslány e-mailem a jsou k dispozici na webovské stránce www.teris.cz/SMIRT17. Bohužel v současné době autor webovské stránky změnil svoji činnost a v nevhodné době musíme nalézt někoho, kdo by rychle webovou stránku doplnil

informacemi připravenými v sekretariátu SMIRT 17. Také jsme zjistili, že během necelého roku jsou některé e-mailové adresy již nefunkční a změna nám nebyla sdělena. Proto je vše pro jistotu zasláno poštou, přestože poštovné je až 26,- Kč za jeden dopis. Tento způsob zaslání je však více seriózní než použití e-mailu.

Ve dnech 13. až 15. října 2002 se v TOP HOTELU Praha také uskutečnilo zasedání Výboru IASMiRT (The Board of Directors) za účasti pozvaných členů Poradního výboru (The Advisory Board). Byla na něm projednána celá příprava konference SMIRT 17, stav přípravy SMIRT 18 v Číně, kandidáti pro SMIRT 19 a záležitosti mezinárodní společnosti IASMiRT.

Dne 15. října se uskutečnilo plenární zasedání členů IASMiRT (The General Assembly), které projednalo přípravu SMIRT 17, SMIRT 18 a činnost Výboru IASMiRT. Jednání opět řídil Doc. Vejvoda. Z jednání je vyhotoven zápis v angličtině.

Cestovné, ubytování a stravování pozvaných členů Poradního výboru a členů Mezinárodního vědeckého výboru (International Scientific Committee), jehož předsedou je Doc. Ing. Makovička, DrSc., je hrazeno z rozpočtu SMIRT 17. Náklady činily cca 800 000,- Kč. Tento způsob hrazení nákladů členů obou výborů je ve společnosti IASMiRT obvyklý, zda účelný, je věc druhá. Konferenční poplatky budou účastníci platit až příští rok a tak jsme si od společnosti IASMiRT půjčili 30 000 USD, které musíme s úroky vrátit po skončení konference. Na předchozích konferencích si organizátoři půjčovali až 100 000 USD. Přestože půjčka této výše Výbor IASMiRT schválil také pro SMIRT 17, věříme, že další půjčka nebude nutná. Na oficiální účet SMIRT 17 na VUT v Brně jsme již také obdrželi 20 000 EUR jako část podpory účasti odborníků ze střední a východní Evropy a Ruska. Podpora projektu EU je 11,2 % skutečného rozpočtu SMIRT 17, max. 50 000 EUR. Tyto peníze byly z části použity na hrazení poštovného (cca 120 000,- Kč), zálohy pro TOP HOTEL Praha (200 000,- Kč) a finanční krytí služeb společnosti TERIS 2002, a. s. Celý rozpočet konference SMIRT 17 je 380 000 USD při 440 účastnících.

Příprava konference SMIRT zatím probíhá bez větších problémů a to zejména díky oběma centrům sekretariátu SMIRT 17 v Brně (brněn-

ská pobočka TERIS 2002, a. s. a ÚAM Brno, s. r. o.) společnosti TERIS 2002, a. s. a rektorátu VUT v Brně (vedení účetnictví v ekonomickém oddělení). Také členové Výkonného výboru SMIRT pracují dle svých možností a času, který mohou na přípravu mezinárodní konference SMIRT 17 věnovat. Musíme si pouze přát, aby problémy světa nevedly ke zrušení nebo odsunutí termínu konference.

V Brně dne 3. 12. 2002

Doc. Ing. Stanislav VEJVODA, CSc.

Zlatá medaile turizmu pro předsedu senátu ASI Ing. Jana Havelku

Ve středu 6. listopadu 2002 jsem se zúčastnil velmi hezké oslavy v hotelu Jalta. Předsedovi Senátu asociace strojních inženýrů Ing. Janu Havelkovi tam bylo předáváno francouzské státní vyznamenání – "Zlatá medaile turizmu", které uděluje ministr Francie pro turistiku. Vyznamenání předával pan Charles Malinas, První rada francouzského velvyslanectví v Praze, přítomna byla další řada představitelů francouzské turistiky a cestovního ruchu. Z české strany se rovněž zúčastnila řada významných osobností, z nichž vyjímám alespoň předsedu Českého olympijského výboru MUDr. Milana Jiráka.

Pan Charles Malinas ve svém projevu uvedl stručný životopis Ing. J. Havelky, včetně jeho práce v technických oborech, a potom zdůraznil jeho zásluhy o rozvoj turistiky ve Francii a upevnění francouzsko-českých styků. Řekl, že v obou funkcích, tj. ve funkci předsedy Evropské asociace turistických klubů (EWW) a předsedy Klubu českých turistů, vykonal obrovský kus práce při organizaci historicky největší turistické akce v Evropě – hvězdicového štafeto-vého pochodu EURORANDO. Tato akce přivedla na trasy v celé Evropě více než 250 000 turistů a nakonec přiměla více než 10 000 turistů z celé Evropy k návštěvě Alsaska a cílového města celé akce Štrasburku. Francouzští představitelé dále řekli, že je všeobecně známo,

že takové množství zkušených návštěvníků – turistů, kteří strávili velmi hezký týden ve Francii, představuje obrovský propagační kapitál, který přivede v následujících letech desetinásobně větší množství návštěvníků do překrásného Alsaska a romantického pohorí Vogéz.

Přátelskou atmosféru tohoto hezkého podvečera podtrhl přítomný prezident sekce komory femesel v Colmaru, mistr cukrář Jean Pierre Bechler, který předváděl výrobu některých typických alsaských cukrovínek a šířil kolem sebe velmi dobrou náladu. Jeho výrobky i jiné pokrmy alsaské kuchyně, zapíjené dobrým alsaským vínem, vytvořily krásné prostředí pro přátelskou diskuzi mezi více než 50 hosty z Francie i Česka.

Jak je vidět, mohou se technici uplatnit i v jiných oborech lidské činnosti, zejména jde-li o oblast činnosti tak otevřenou a vstřícnou k nejširší veřejnosti.

Ing. Václav DANĚK, CSc.



SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

Odešel

Prof. Ing. Dr. Jan Jerie, DrSc., EUR ING

Dne 23. 9. 2002 se náhle ukončil ve věku naplněných 89 let a uprostřed činnorodé práce na Odboru letadel Ústavu vozidel a letadlové techniky Fakulty strojní ČVUT v Praze život emeritního profesora Jana Jerie. Narozen v Praze dne 21. 8. 1913, absolvoval slavné Masarykovo reálné gymnázium. V roce 1937 ukončil studium na Vysoké škole strojního a elektrotechnického inženýrství ČVUT v Praze, v oboru tepelných turbin, vedeném zákem Aurela Stodoly, profesorem Ladislavem Miškovským. Jeho další působení bylo soustředěno do oblasti výzkumu a také do oblasti pedagogické. Postupně inicioval a podílel se na budování výzkumné základny československého průmyslu, zejména Ústavu tepelné techniky v Praze – Vokovicích, dále pak Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů v Běchovicích. Přes svůj zásadní morální postoj a nesouhlas s komunistickým totalitním režimem, byl pro svoje mimořádné inženýrské a vědecké výsledky zvolen v roce 1955, tehdy ještě v tajné volbě, nejmladším členem korespondentem Československé akademie věd, kde se věnoval řešení řady úkolů od problému snižování škodlivých exhalací na Ostravsku, přes vedení kolegia mechaniky, organizace řady mezinárodních konferencí, kolokvií, kongresů o výzkumu v oblasti lopatkových strojů a spalovacích turbin a v energetice až po práci v mezinárodních vědeckých organizacích (IUTAM). Okupace Československa v roce 1968 a následující politická komunistická normalizace ukončily další organizační činnost prof. Jerie v ČSAV a jeho mezinárodní vědecké aktivity, a on sám i jeho rodina se stali cílem řady nenávistných útoků režimu. Vedle své intenzivní práce pro průmysl a rozvoj vědeckého poznání se již od roku 1938 věnoval pedagogické práci na ČVUT, zprvu jako externí učitel a v krátkém období politického uvolnění v roce 1968 byl jmenován řádným profesorem na ČVUT s úkolem založit novou katedru letadel, kterou založil v roce 1976 a formuloval koncepci



její činnosti v oblasti pedagogické i vědecké na absolutně špičkové a světové úrovni. Prof. Jerie nikdy neukončil svoji práci pro ČVUT, český průmysl a výzkum. I přes velmi pokročilý věk aktivně působil pedagogicky i vědecky a výrazně se podílel na práci školy také ve funkci člena vědecké rady Fakulty strojní ČVUT. Vedle toho byl ještě také aktivním členem vědecké rady Technické university v Liberci a členem poradního sboru ministra průmyslu a obchodu České republiky. Pedagogická celoživotní práce prof. Jerie byla v roce 1998 oceněna udělením Ceny ministra školství, mládeže a tělovýchovy ČR, celoživotní práce pro ČVUT v Praze byla oceněna koncem roku 1998 Zlatou medailí ČVUT.

Prof. Ing. Dr. Jan Jerie, DrSc., EUR ING je jednou z nejvýznamnějších osobností moderní české vědy a techniky. Celý svůj plodný život plně zasvětil práci pro rozvoj našeho průmyslu a vysokého technického školství a významnou

měrou se zasloužil o jeho vysokou úroveň. Byl vynikajícím inženýrem a pokračovatelem vědecké inženýrské linie založené Aurelem Stodolou. Vychoval tři generace inženýrů a vědeckých pracovníků, z nichž nemalý počet dosáhl špičkové světové úrovně. Úspěchy, kterých dosáhl, jsou výsledkem nejen výjimečného talentu, ale také jeho mimořádného úsilí při prosazování nových myšlenek a pokroku a přesvědčení, že za pravdu, morálku a spravedlnost je nutné bojovat. Profesor Jerie byl harmonickou osobností s širokým kulturním rozhledem a vysokou morální úrovní. Byl osobností s přirozenou autoritou, s laskavým přístupem ke svým žákům i kolegům, kterým byl ochoten vždy pomoci při překonání problémů odborných i osobních. To ho řadí mezi vzácné osobnosti, které svým působením výrazně ovlivnili nejen vlastní vědecký obor, ale také společenské vědomí ve svém širokém okolí.

Jménem spolupracovníků a přátel,
Ing. Daniel Hanus, CSc., EUR ING

Ústav vozidel a letadlové techniky
Fakulty strojní ČVUT v Praze

K 60. narozeninám
Prof. RNDr. Ing. Jana Vrbka, DrSc.

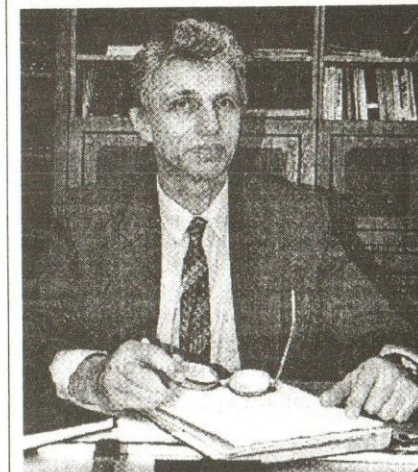
Prof. RNDr. Ing. Jan Vrbka, DrSc. rektor Vysokého učení technického v Brně se narodil 28. 8. 1942 v Jevíčku, takže v nedávné době překročil více než v plné aktivitě normálního člověka svoji šedesátku.

Vystudoval Fakultu strojní VUT v Brně, obor tepelná zařízení a nastoupil do První brněnské strojírny jako pevnostní výpočtář v oddělení spalovacích turbin. Při zaměstnání vystudoval Přírodovědeckou fakultu UJEP (dnešní Masarykovu univerzitu), obor fyzika. Postupně se vypracoval z funkce odborného asistenta až na místo profesora v oboru mechanika. Po dvě funkční období byl zvolen děkanem Fakulty strojního inženýrství a v roce 2000 byl jmenován prezidentem do funkce rektora.

Ve své odborné činnosti se věnuje problematice pružnosti a pevnosti především v oblasti mezních stavů a rozvoji metody konečných

prvků. Vynikajících úspěchů dosáhl ve spolupráci s Prametem Šumperk ve výpočtech lisovnic pro extrémně vysoké tlaky, které se vyskytují při výrobě a slinování umělých diamantů a kubického nitridu boru. V roce 1992 byl pozván k měsíčnímu přednáškovému pobytu v Brazílii a poté k přednáškovému pobytu v Číně.

Profesor Vrbka byl a je členem řady prestižních domácích a zahraničních organizací a výborů. Je členem vědeckých rad VUT v Brně, VA v Brně, FSI VUT, FS VŠB-TU Ostrava, SJF TU Košice, Ústavu fyziky materiálu ČAV. Byl předsedou organizačního výboru mezinárodní konference High Pressure Research Group, je členem redakcí vědeckých časopisů Computer Assisted Mechanics and Engineering Sciences, Engineering Revue, Strojnický časopis a časopis Inženýrská mechanika. Je členem České společnosti pro mechaniku, European High Pressure Group, International Association for the Advancement of High Pressure and Technology, Gesellschaft für Angevante



Mathematik und Mechanik, člen komise pro přípravu nového vysokoškolského zákona rakouského ministerstva pro vědu a vysoké školy.

Profesor Vrbka je člověkem neutuchající energie se smyslem pro vědecké bádání i moderní, demokratický rozvoj společnosti, který své

funkce bere nikoliv za účelem získat moc, ale s cílem přivést naši vědu a vysoké školství na vysoké úrovni do Evropského společenství.

Přejeme mu k této činnosti dostatek sil, rozhodnosti i duševní pohody po dlouhou řadu následujících let.

Prof. Jaromír Slavík

Ing. Jiří ŠAFÁŘ, CSc.

narozen dne 25. listopadu 1926 v Litomyšli absolvoval po maturitě na Reálném gymnasiu (1946) Strojní fakultu na ČVUT se specializací pro stavbu kolejových vozidel (1950), kterou zhodnotil nástupem do konstrukce motorových lokomotiv v ČKD SOKOLOVO (1951).

Po přesunční vojenské službě nastoupil v souvislosti s reorganizací čsl. průmyslu do konstrukce pístových kompresorů pozdějšího závodu ČKD KOMPRESORY, kde byl pověřen projekcí a konstrukcí řady boxerových kompresorů. Jako vedoucí projekční skupiny je autorem mnoha speciálních konstrukcí adresních boxerových kompresorů a detanderů pro chemický a jaderný průmysl. Během své technické praxe v tuzemsku i zahraničí získal odbornost, provozní zkušenosti i jazykové znalosti (N,Fr,R,A) dostatečné pro místo šefkonstruktéra (1968).

S přechodem do výzkumné základny (1971) věnoval se v postgraduálním studiu statistické teorii spolehlivosti mechanických systémů (1972-3 při JF ČVUT), zakončeném kandidátskou disertační prací „APLIKACE TEORIE SPOLEHLIVOSTI ve stavbě boxerových kompresorů“ (1978). Z té doby pochází i jeho bohatá odborná publicistická (STROJÍRENSTVÍ, HAEVY INDUSTRY, ZPRÁVY ČKD) a přednášková činnost (PGK spolehlivosti-skripta, akce ČSVTS).

Do období 70-80-tých let spadá též jeho pedagogická činnost na oborovém Institutu ČKD, kde přednášel matematiku, fyziku a technickou mechaniku.

Po r. 1989 jako oborový inženýr spoluprobí při hledání alternativních výrobních programů v ČKD KOMPRESORY, a.s., je autorem patentové přihlášky „Ozubení dvojzubého rotoru“ a opět ve funkci šefkonstruktéra ji

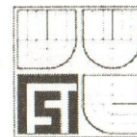
aplikuje (1992-3) při zavádění nové výroby energeticky konkurenceschopných dmychadel ROOTS až do odchodu do důchodu (1994).

I ve svém důchodovém období přispěl svými odbornými posudky a konzultacemi k řešení závažných technických problémů, např. ve výrobě dmychadel (pro fu LUTOS) či v nové konstrukci rychloběžných kompresorů (pro fu ČKD ENERGO a TRANSGAS). Souběžně působí aktivně ve Výboru Asociace strojních inženýrů.

Hodně zdraví do dalších let s přáním všeho dobrého a hodně užitečné práce pro ASI přeje Výbor ASI

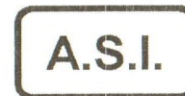
**Životní jubilea členů klubu Brno
v roce 2002 dodatek**

V seznamu jubilantů roku 2002, uveřejněného v Bulletinu č. 26 bylo vynecháno jméno Ing. Bořka Řezaniny jednoho, který patří ke skupině aktivnějších brněnských členů a v závěru roku 2002 oslavuje své šedesátiny. Výbor klubu se za toto nedopatření omlouvá a přeje mu zejména pevné zdraví do mnoha dalších let, hodně pracovních úspěchů i pohody v osobním životě.



Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně

ve spolupráci s



Asociací strojních inženýrů – klubem Brno

pořádají

pod záštitou děkana FSI
pana Prof. Ing. Josefa Vačkáře, CSc.

seminář

Strojní inženýři pro XXI. století

místo konání:
Fakulta strojního inženýrství VUT
BRNO Technická 2
středa 12. února 2003

Závazná přihláška
na seminář Strojní inženýři pro XXI.století
12.2.2003

Jméno příjmení a tituly:

.....

Firma:

.....

Adresa firmy:

.....

.....

Mám zájem o

Účast v pracovní skupině č.:

Přednesení delšího příspěvku s názvem:

.....

Vložené

hradím převodem viz zadní strana přihlášky

uhradím v hotovosti u prezence

Jako firma máme zájem o prezentaci ve sborníku

dodanými tiskovými podklady

vloženými materiály

V

.....

datum

.....

podpis

Nabídka:

Technický slovník naučný D-F

Katalog obráběcích a tvářecích strojů

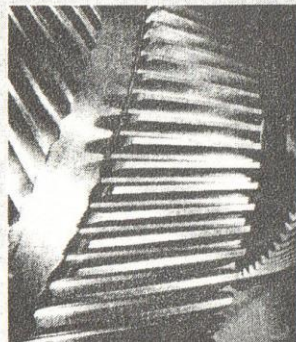
Svaz výrobců a dodavatelů strojírenské techniky (SST), vydal pro potřeby široké domácí i zahraniční odborné veřejnosti katalog obráběcích a tvářecích strojů. Obchodníkům, projektantům, technologům, mechanikům, ale i drobným a středním podnikatelům předkládá ucelený přehled výrobního programu členských organizací Svazu na léta 2002 – 2004.

Katalog vydaný v jazykových mutacích čeština, angličtina, němčina nebo ve zkrácené verzi ruština, španělština, francouzština můžete koupit na Svazu výrobců a dodavatelů strojírenské techniky, Politických vězňů 1419/11, 113 42 Praha I, nebo Vám bude na základě řádné objednávky zaslán na výše uvedenou adresu, příp. na e-mail: prostecka@sst.cz doručen na dobírku prostřednictvím České pošty.

SST, Praha – úsek expertní služby

K A T A L O G

obráběcích
a tvářecích
strojů



Metalworking Machine
Tools Catalogue
Werkzeugmaschinen
Katalog

2002-2004

Svaz výrobců a dodavatelů strojírenské techniky
Association of Manufacturers and Suppliers of Engineering Technique
Verband der Hersteller und Lieferanten der Maschinenbautechnik

