



BULLETIN

**ČESKOSLOVENSKÁ
SPOLEČNOST
PRO MECHANIKU
PŘI ČSAV**

2·1987

BULLETIN 2 '87

ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

B U L L E T I N

2/1987

Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV

vydává Čs. společnost pro mechaniku při ČSAV
ve spolupráci s Jednotou čs. matematiky a fyziků v Praze

odpovědný pracovník: Ing. Rudolf Dvořák, CSc.
vědecký tajemník Společnosti

redakce Bulletingu: Ing. Miloslav Okrouhlík, CSc.
Ústav termomechaniky ČSAV, Praha 8
Dolejškova 5, tel. 815 3158
Ing. František Havlíček, CSc.
SVUSS, Praha 1, Husova 8, tel. 2355065

adresa sekretariátu: Vyšehradská 49, 128 49 Praha 2

jiřeno členům Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV

tiskne: Polygrafia 6 (Prometheus), Praha 8

zvíd. č. UVTEI 79 038

VĚDECKÝ POKROK JE ZÁKLADEM ROZVOJE SPOLEČNOSTI

V tomto století přešla věda z uzavřených pracoven batařelů do života lidské společnosti. Postupně se stala nezbytnou součástí všech technických děl, její poznatky přinesly i novou technologii. Bez vědeckých poznatků si dnes neumíme představit žádnou tvůrčí lidskou činnost. Zrodily se z nich nové zdroje energie, nové materiály, nové sdělovací prostředky, zvýšil se rozsah a tempo využití informací, člověk vstoupil do vesmíru, proniká do hlubin naší země. Řízení společnosti se postupně dostává na vědecký základ. Lidská společnost se začíná vědecky dívat do budoucnosti, vytváříme prognózy rozvoje národního hospodářství a zamýšlím se nad novou kvalitou lidské práce. Mění se také styl našeho života, stále více chápeme, že úroveň společnosti se měří kvalitou našeho životního prostředí, kvalitou zpracovávání a využívání informací a možnostmi rozvoje lidského talentu v tvůrčí práci. To vše je výsledkem toho, že věda vstoupila do života každého z nás a postupem se stala základem lidské společnosti na přelomu tisíciletí.

Je přirozené, že i mezinárodní úspěchy každé společnosti, úspěchy při obchodních jednáních, úspěchy při hodnocení mezi-

národních vztahů se stále více uskutečňují přes vědecké laboratoře, výzkumná a vývojová centra.

Také ve vzdělávání nové generace sehrává věda základní úlohu. Učíme se využívat vědecké poznatky, pochopit metody vědecké práce a každý člověk se ve své vědecké práci dostává do styku s vědou a musí být proto připraven. Je to velký společenský program, který musí být zabezpečen má-li mít naše národní hospodářství správnou strukturu; máme-li věnovat převážnou část produktivní práce moderním směrům, zabezpečujícím největší úspěch pro rozvoj národní ekonomiky i mezinárodní dělby práce. Každý nemůže být vědcem, ale každý na svém úseku musí vědě otevřít dveře. Negramotný nebude jen ten, kdo neumí číst a psát, ale také ten, kdo vědecké poznatky nebudě umět používat. Znamená to vysokou kvalitu ve výuce a výchově nové generace, učit mládež komprimovat informace, syntetizovat poznatky a poznávat metody tvůrčí práce. Šťasten do budoucna nebude ten, kdo mnoho má, ale ten, kdo dovede tvůrčím způsobem pracovat.

Stále více je pociťována nezbytnost přestavby naší ekonomiky. Na základě politických direktiv bude třeba se této věci věnovat především na pracovištích pro rozvoj vědy a techniky. Výrobní závody, které jsou stále základem úspěchů ekonomiky našeho státu, se musí dostat na novou tvůrčí úroveň, starat se o inovace svých výrobků s potřebným časovým tempem, musí být odpovědní za prodejnost těchto výrobků i jejich užitečnost pro společnost. Tato velká odpovědnost, která z takových postojů vyplývá, vyžaduje zcela jiné kádrové vybavení výroby než je tomu dnes, zejména v oblasti konstrukce, technologie, zkoušení a využívání výrobků. Po několik desetiletí odcházeli pracovníci, schopní tvůrčího uplatňování vědy z výrobních podniků a vytvářely se instituce často vzdálené od vlastní výroby, které měly pokrok zabezpečovat. Je však nezbytné vytvořit přímo v podnicích kolektivy schopné tvůrčího myšlení, zabezpečovat v podnicích potřebnou koncentraci schopných výpočtařů, konstruktérů, ale také organizátorů vývoje velkých technických

- 2 -

děl. Druhá nesmírně závažná záležitost v tomto aspektu je příprava odborníků na vysokých školách a v postgraduálním celoživotním studiu. V tomto směru se udělalo mnoho, ale stále ještě chybí systém celoživotního vzdělávání, přezbrojování znalostí, ovlivňované a dirigované v závodech podle jejich potřeb. Na vysokých školách byly vytvořeny některé nové obory studia jako např. geomechanika, materiálové inženýrství, aplikovaná matematika, fyzikální inženýrství a další, které by mohly velmi podstatně přispět při inovacích našich výrobků. Je nezbytné urychleně absolventy těchto specializací dostat do výroby a vytvořit jim potřebné podmínky pro tvůrčí uplatnění. Také vědecké společnosti při ČSAV a VTS mají veliké možnosti, ale současně i odpovědnost za soustavné zvyšování znalostí bez nichž nelze tvořit. Dnes již nelze spoléhat jenom na ojedinělé novátorské impulsy, ale je nutné vytvářet podmínky pro moderní navrhování a výrobu technických děl, která vyžaduje koncentrovанou vědu.

S novými metodami práce musíme přijít včas a nové záměry uskutečňovat rychle. Má-li nás čas přivést k úspěchu a nikoliv ke stresům, musíme být připraveni. Musíme mít dostatečnou zásobu poznatků, musíme v našem státě připravit pohotový vědeckotechnický potenciál. Nemůžeme vymýšlet poznatky a školit pracovníky jen podle starých časových měřítek. Musíme za každou cenu získat předstih před úkoly a to je možné jen tehdy, jestliže naše prognózy nás budou správně orientovat a jestliže výchova bude alespoň o několik let předbíhat potřeby společnosti. Prognózy nám mají nejenom usnadnit přípravu plánů rozvoje hospodářství, ale především v prvé řadě rychle orientovat přípravu kádrů na všechn úrovních. K tomu nemohou přirozeně sloužit jen školy v jejich klasickém pojetí. Musíme vytvořit novou koncepci vzdělávání, kdy škola se otevře do praxe a praxe vstoupí do škol. Vzdělávání bude celoživotním úkolem, přezbrojování znalostí stálým procesem. Jen tak můžeme dosáhnout toho, aby nás rytmus doby zastihl připraveny. Morální životnost technických děl byla před půl stoletím několik desetiletí. Dnes je to sotva několik let. Ke konci století budou výrobky zastarávat tak rychle, že jejich oprávněnost nepřežije často ani rok. Proto se musí tempo vývoje zrychlit, inovace budou permanentním pro-

- 3 -

cesem. Zejména technologie se bude měnit tak, jak budou přibývat nové vědecké poznatky. Nové složené materiály s předem zadanými vlastnostmi, materiály s vysokou čistotou, speciálními elektrickými a magnetickými vlastnostmi, vysokou mechanickou odolností, nízkou hmotností a řadou speciálních dalších vlastností se budou rodit každým dnem a technologie se jim bude muset přizpůsobovat. Nové zdroje energie budou vyžadovat zvládnout extrémní teploty, cesty člověka do vesmíru budou vyžadovat mimořádně rychlé reakce na změněné prostředí, mimořádně rychlé a spolehlivé zpracovávání informací. Proto se čas nesmí stát naším nepřítelem a brzdou, ale naším pomocníkem na cestě za šťastným životem lidu na této planetě a i za jejími hranicemi.

Naproti tomu je však třeba říci, že experimentální práce dnes potřebuje velmi drahou techniku, špičkové přístroje, a tím jsou samozřejmě některé výzkumy u nás omezovány pro nedostatky v tomto směru. Rovněž přenos výsledků vědy do praxe má zatím řadu slabin, je někdy těžkopádný a málo efektivní. Jsou to problémy řízení vědeckotechnického rozvoje, které je nezbytné velmi rychle řešit. Přestavba naší ekonomiky vyžaduje jak nové přístupy k řízení společnosti a výroby, tak iniciativu tvůrčích pracovníků, aby se výsledky dostavily včas. Budoucnost státu s nevelkým počtem lidí a s omezenou surovinovou základnou leží především ve využití mozků. Říkám to směrem k mladým lidem. V podstatě se jedná o koncepci rozvoje informatoriky jako jednoho ze základních článků pokroku. Efektivní využití mozkové kapacity člověka se musí stát jádrem úkolu. Vedle socialistických aspektů životního prostředí a životního stylu členů společnosti je třeba rozvíjet talenty tak, aby socialismus jako vědecké zřízení mohl využívat pro svůj další rozvoj všech tvůrčích schopností člověka.

akademik Jaroslav Němec

PROGNÓZA VÝSKUMU STROJNÝCH KONŠTRUKCIÍ

M. Bílý, Š. Markuš, N. Szuttor

1. ÚVOD

Strojnú konštrukciu budeme chápať ako časť mechanického systému, ktorý definujeme nasledujúcim spôsobom [12] :

Mechanický systém je prepojenie mechanických a elektrických elementov, koordinovaných a riadených počítačovými a informačnými väzbami (často ľudskými), ktorý realizuje dynamické požiadavky vrátane mechanických síl, pohybov a toku energie.

Z hľadiska prognostických zámerov možno oblasť výskumu mechanických systémov rozdeliť na štyri hlavné disciplíny:

- dynamicke systémy a ich riadenie,
- metodológia konštruovania a interaktívna grafika,
- dynamika strojov a
- medzné stavy systémov.

Prierezovo sem treba tiež zahrnúť

- tvorbu konštrukcií pomocou počítačov (computer aided engineering),
- matematickú analýzu a optimalizáciu a
- meranie a analýzu signálov.

Dynamické systémy a ich riadenie pokrývajú problémy dynamického správania a riadenia prepojených elementov, mechanické pohyby a sily, tok energie a materiálu. Patrí sem tiež modelovanie, analýza a syntéza systémov, optimalizácia a riadenie.

Metodológia konštruovania (v užšom ponímaní časti strojov alebo stavba strojov) sa vždy pokladala za klasickú disciplínu strojného inžinierstva. Využitím modernej interaktívnej grafiky, počítačovej analýzy, expertných odhadov a veľkých výpočtových systémov sa však vytvára priestor pre tvorivú činnosť konštruktérov a vyvoláva sa doteraz nevidaný synergizmus: preto táto oblasť mechanických systémov je najmodernejšia a najrevolučnejšie sa rozvíja.

Dynamika strojov je syntézou klasických disciplín mechaniky, akustiky, pružnosti a pevnosti, avšak vďaka aplikácii no-

vých počítačových metód (napr. metódy konečných prvkov) ponúka úplne nové možnosti, ktoré vedecky podporujú vývoj nových strojov s vysokými výkonomi, spoľahlivosťou, efektívnosťou a pod.

Medzné stavy systémov zahŕňajú množstvo rozličných učazovateľov, na základe ktorých optimalizujeme konštrukčný návrh. Všeobecne ide o splnenie požiadaviek funkčnosti, vhodnosti pre danú aplikáciu a ľudskej prispôsobivosti. Táto disciplína sa tak stáva akousi technickou mierou akosti mechanického systému (strojnej konštrukcie) a mala by postihovať všetky činnosti spojené s tvorbou a správaním konštrukcie.

2. CHARAKTERISTIKA VLASTNOSTÍ STROJNÝCH KONŠTRUKCIÍ A METÓD ICH ZABEZPEČOVANIA

V súlade s uvedeným vymedzením problematiky nás budú zaujímať mechanické vlastnosti strojnej konštrukcie, ovplyvňované a podmieňované mechanickými silami a pohybmi (s výnimkou mechaniky tekutín a plynov), ako aj metódy ich analýzy a syntézy.

2.1 Budiace sily a prostredie

2.1.1 Prevádzkové podmienky

Budiace sily a budenie generované prostredím sú v širšom ponímaní produkтом prevádzkových podmienok strojnej konštrukcie. Z toho dôvodu ich analýza a formulácia sú primárnym krokom pri optimalizácii prevádzkových vlastností. Osobitne nás musia zaujímať typické prevádzkové podmienky, pokrývajúce

- vlastnosti prostredia, v ktorom konštrukcia pracuje,
- vonkajšiu činnosť konštrukcie, vyplývajúcu z jej druhu, funkcie, účelu a úlohy, ktoré plní, a
- vnútornú činnosť konštrukcie, tj. jej stavu ako ozvu na súhrn dvoch predchádzajúcich charakteristík.

2.1.2 Prevádzkové záťažovania

Z pohľadu rozličných meraných pravádzkových záťažovanií vyplývá, že iba asi 5 % z nich možno považovať za deterministické a prevažná časť má charakter výrazne stoehastický.

Deterministickým záťaženiam (v širšom ponímaní procesom, zodpovedajúcim silám, rýchlosťam, zrýchleniam, tlakom, výchylkám apod.) tak viac-menej zostáva vyhradená oblasť základného výskumu fyzikálnych javov, alebo porovnávacie výskumy, zatiaľ čo vo výskume prevádzkových vlastností reálnych konštrukcií by až na zriedkavé výnimky (napr. rotačné stroje) mali vystupovať náhodné procesy.

V súčasnosti sa prakticky zvládli problémy merania a spracovania stacionárnych náhodných procesov, a to tak pro účely dynamickej, ako aj pevnostnej analýzy. Spoľahlivá meracia viackanálová aparátura umožňuje, aby sa na počítači či v jednoúčelovom analyzátori náhodných procesov získali prakticky ľubovoľné štatistické charakteristiky, ako sú početnosti charakteristických parametrov, vhodné pre pevnostné a životnostné aplikácie, štatistické charakteristiky náhodných procesov v rámci korelačnej teórie, aplikovateľné v dynamických i pevnostných (životnostných) úlohách, a charakteristiky autoregresného modelu vhodného takisto pre dynamické i pevnostné aplikácie [1].

Podstatne zložitejšia a aj menej rozpracovaná je metodika merania a hodnotenia vlastností nestacionárnych náhodných procesov. Nakoľko väčšina prevádzkových procesov má viac či menej výrazný nestacionárny charakter, je otázka spracovania a hodnotenia ich vlastností veľmi akútnej.

2.1.3 Hluk a akustická energia

Problémami vplyvu hluku na konštrukcie a prenosu akustickej energie sa zaobráva akustoelasticita. Zhodnotenie súčasného stavu poznania v tejto oblasti môže byť subjektívne, všeobecne však možno konštatovať, že jestvujú vhodné teoretické aj experimentálne metódy pre analýzu prenosu akustickej energie v konštrukciách, že využitie týchto metód si vyžaduje náročnejšíu odbornú výchovu pracovníkov, a že v konkrétnej inžinierskej aplikácii treba vždy posúdiť, či vylepšená akustická situácia je adekvátna investícii do technického zariadenia a výchovy kádrov.

Vnútorný hluk

Výskum vnútorného hluku v uzavretých priestoroch s ľuďmi je

zaujímavý najmä preto, že nízkofrekvenčné pásma vybudeneho akustického poľa sa prekrýva so spektrom vlastných frekvencií konštrukčných prvkov. Preto treba hľadať efektívnejšie hlukoizolačné metódy, vyvíjať vhodnejšie a najmä spoľahlivejšie metódy pre odhad ciest šírenia akustickej energie v konštrukciách a ustanoviť prijateľné hodnoty pre úroveň akustického tlaku z hľadiska bezpečnosti a hygieny.

Analýza prenosu akustickej energie

V posledných 20 rokoch sa rozpracovali štyri metódy pre sledovanie energetického toku v konštrukciách [2]: modálna analýza, klasické výpočtové metódy prenosu akustickej energie, štatistická energetická analýza a experimentálne - modelová analýza.

Princíp modálnej analýzy pri vytváraní fyzikálneho modelu akustického poľa a konštrukcie spočíva v tom, že dynamická ozva konštrukcie sa hľadá pomocou takých vlastných tvarov, ktoré nie sú akustickým poľom ovplyvnené. Hoci táto metóda je dodnes atraktívna, problémom zostáva určenie vhodných vlastných tvarov, a to najmä pre vysoko tlmené konštrukcie, obsahujúce materiálové a geometrické nonlinearity.

Klasické výpočtové metódy prenosu akustickej energie využívajú základné princípy vlnovej mechaniky s aplikáciou na úlohy, ktoré riešia ozvu konštrukcie na dopadajúcu akustickú vlnu. Tieto metódy však zlyhávajú, akonáhle uvažujeme ohraničenie a útlm stien, vytvárajúcich uzavreté priestory.

Štatistická energetická analýza obchádza fažkosti, ktoré vznikajú vzbudou akustických a konštrukčných tvarov kmitania tak, že zavádzá spriemerovanú hodnotu veľkého počtu viazaných tvarov.

Experimentálne - modelová analýza je užitočná pre porovnanie s teóriou. Je pozoruhodné, že teórie, ktoré využívajú modálne metódy, sú v dobrom súhlase s experimentom, a to najmä závislosti, ukazujúce na zmenu vlastných frekvencií s veľkosťou uzavretého priestoru. Značný nesúlad medzi teóriou a praxou však jestveje v oblasti tlmenia.

V posledných rokoch sa výrazne pokročilo v aplikácii efektívnych metód analýzy konštrukcií pomocou počítačov s veľkou pamäťou. Použitie metódy konečných prvkov umožnilo už čiastočne

analizovať aj väzby medzi konštrukciou a vnútorným akustickým poľom, ďalej sa teoreticky preukázalo, že väzby medzi vnútorným akustickým tlakom a poddajnosťou konštrukcie sú výrazné a v pohybových rovniciach ich nemožno zanedbať, a napokon značný pokrok sa zaznamenal aj v analýze kmitania konštrukcií pomocou syntézy kmitania ich subkonštrukcií (tzv. komponentnou modálou syntézou). Sem patria aj metódy analýzy periodických konštrukcií, označované ako teória periodických sústav.

Znižovanie hľuku v uzavretých priestoroch

S rozvojom analytických metód pre štúdium mechanizmu prenosu akustickej energie v konštrukciách je nevyhnutné rozvíjať aj nové hlukoizolačné metódy. Tie sa v súčasnosti orientujú prevažne na hľadanie optimálnych uzavretých objemov s optimálnym rozložením akustických polí, na výskum účinnejších hluko-pohlcujúcich stien, a na hľadanie takých geometrií, konfigurácií hmotnosti, tuhosti a tlmenia nosných stien konštrukcií, aby sa vnútorný hľuk minimalizoval.

2.14 Seismické budenie

Seismické budenie možno zahrnúť do kategórie nestacionárnych náhodných procesov a chápať ho v tomto zmysle ako prezádzkové zaťažovanie.

Problémy seismicity (prirodzenej či umelej) sa v minulosti pokladali za doménu staveného inžinierstva. V ostatných časoch sa však dostali do pozornosti aj výrobcov strojních konštrukcií, čo nepochybne súvisí s budovaním veľkých investičných celkov.

Napriek mimoriadnej pozornosti, venovanej tejto oblasti výskumu, ako aj praktickým aplikáciám najmä v krajinách s vysokou seismicitou, pocítuje sa potreba zvýšiť celkové chápanie procesu zemetrasenia, stacionárnych i nestacionárnych, lineárnych i nonlineárnych matematických modelov systémov budených nestacionárnym procesom zemetrasenia, a taktiež potreba výskumu efektívnych antiseismických ochrán.

2.2 Mechanické vlastnosti strojních konštrukcií

Univerzálnou vlastnosťou strojnej konštrukcie, ktorej sa

musia podriadíť všetky konštrukčné postupy, je jej akosť, tj. schopnosť plniť požiadavky používateľa a verejného záujmu. Takýto nadhľad však musí byť v praxi dekomponovaný na konkrétnu mechanické vlastnosti a zodpovedajúce metódy ich analýzy a syntézy. Ich výber nie je jednoznačný a mal by byť natoľko cieľavodomý, aby sa splnil zmysel používania konkrétnej strojnej konstrukcie. Ideálne, pravda, je, ak všetky mechanické vlastnosti sú optimálne, čo vytvára dobré predpoklady pre výslednú vysokú akosť.

2.21 Náhodne budené mechanické systémy

Pokiaľ ide o lineárne problémy a prípadne ešte aj o Gaussovské budenie, nevznikajú väčšie fažkosti s riešením diskrétnych ani spojitých náhodne budených systémov. Často však nás zaujímajú aj veľké amplitúdy, ktoré môžu byť veľmi kritické pre pevnostné a stabilitné riešenia, resp. sa môžu použiť materiály s nelineárhou deformačnou charakteristikou, a v takom prípade sa nezaobídeme bez riešenia nelineárnych úloh.

Jestvuje viacero možností, ako pristúpiť k riešeniu nelineárnych náhodne budených systémov. K nim patria [3 - 6] markovovské metódy založené na Fokkerovej-Planckovej-Kolmogorovej rovnici, metódy ekvivalentnej linearizácie, perturbačné metódy, metódy funkcionálnych rozvojov a simulačné metódy (číslicové aj analógové).

V súčasnosti sa zdá, že z inžinierskeho hľadiska je najslúbenejší ďalší rozvoj ekvivalentnej štatistickej linearizácie (je vhodná aj pre silne nelineárne sústavy) a najmä simulačných metód.

2.22 Tlmenie konštrukcií

Tu sa obmedzíme na problémy tlmenia v nízkofrekvenčnom pásme, tj. v pásme, kde analyticky získané vlastné hodnoty aj vlastné tvary vhodne reprezentujú dynamické vlastnosti konštrukcie.

Rozvoj numerických metód ustálil diskretizáciu spojitých pružných konštrukcií pomocou konečného počtu diferenciálnych rovnic v tvare

$$\ddot{\mathbf{x}} + \mathbf{C}\dot{\mathbf{x}} + \mathbf{K}\mathbf{x} = \mathbf{f}(t),$$

kde \mathbf{x} je stavový vektor a \mathbf{M} , \mathbf{C} , \mathbf{K} sú matice hmotnosti, tlmenia a tuhosti s rozmermi ($n \times n$).

V súčasnosti existujú priame numerické metódy, ktorými možno túto fyzikálnu pohybovú rovnicu integrovať. Problémy však vznikajú ak rozmery matíc narastajú. V nízkofrekvenčnom pásme dynamickej ozvy však zvyčajne postačí sústava s menším počtom stupňov voľnosti, čo podstatne znižuje nároky na výpočtovú analýzu. Naviac ak sústava je lineárna a matice \mathbf{K} , \mathbf{M} , \mathbf{C} sú symetrické reálne, násadou $\mathbf{x} + \phi\mathbf{q}$ možno uvedenú fyzikálnu rovnicu pretransformovať do tzv. modálnych poradníc

$$\ddot{\mathbf{q}} + \phi^T \mathbf{C} \phi \dot{\mathbf{q}} + \mathbf{S} \mathbf{q} = \phi^T \mathbf{f}(t).$$

kde ϕ je modálna matica, ktorej stĺpce obsahujú netlmené vlastné vektory, a matica \mathbf{S} je alebo spektrálna diagonálna matica veľkosti ($n \times n$) alebo Jordanovská matica (s nenulovými prvками aj vedľa hlavnej diagonály).

Predmetom vedeckej diskusie je výraz $\phi^T \mathbf{C} \phi$, ktorý silne viaže sústavu rovnic a vo všeobecnosti predstavuje nedagonálnu maticu. Súčasťou modálnych techník je diagonalizácia výrazu $\phi^T \mathbf{C} \phi$. Je evidentné, že rozviazanie sústavy na nezávislé rovnice závisí teraz od tvaru matice \mathbf{C} . Naše súčasné výpočtové možnosti sa doteraz sústredili na zvládnutie úloh buď s proporcionalnym tlmením, alebo s neproporcionalnym tlmením.

Za predpokladu, že $\mathbf{C} = \mathbf{A}_0 \mathbf{M} + \mathbf{A}_1 \mathbf{K}$, matica $\phi^T \mathbf{C} \phi$ bude diagonálna a modálne rovnice sústavy sa rozviažu. Proporcionalné tlmenie je špeciálny prípad, keď je možné diagonalizovať pomocou modálnej matice ϕ súčasne všetky tri matice \mathbf{K} , \mathbf{M} , \mathbf{C} .

Ak matica $\phi^T \mathbf{C} \phi$ je nedagonálna, tlmenie je neproporcionalne a úlohou zjednodušenej analýzy je diagonalizovať maticu tlmenia.

Približne od roku 1960 sa za účelom rozviazania sústavy pohybových rovnic využíva teória tlmených normálnych tvarov. Spomeňme tu tri metódy: metódu komplexných tvarov [7] vhodnú aj pre analýzu subkonštrukcií, metódu charakteristických fázových uhlov [8] a metódu komplexnej tuhosti [9].

Pri analýze zložitých mechanických sústav rozmery matíc pohybovej rovnice prudko narastajú a výpočet vlastných hodnôt

je neúnosne dlhý a nákladný. Preto sa vypracovala metóda komponentnej modálnej syntézy [2], v ktorej sa pôvodná konštrukcia delí na subkonštrukcie. Modálne charakteristiky celej konštrukcie sa potom získavajú syntetizovaním modálnych charakteristík jednotlivých subkonštrukcií, ktoré sa dajú vypočítať jednoduchším spôsobom.

2.23 Stabilita konštrukcií

V technických amplikáciách hovoríme najmä o stabilite pohybu a tvaru. Oba prípady možno zhrnúť pod stabilitu riešenia diferenciálnej rovnice a to bez ohľadu na to, či ide o Ljapunovovu koncepciu stability, stabilitu orbitálnu alebo stabilitu v zmysle Lagrangea.

Problémy stability sa budú riešiť vo zvýšenej mieri najmä u riadených sústav. Týka sa to tiež perspektívnej oblasti priemyselných robotov a manipulátorov.

Dôležitým smerom vývoja stability je hľadanie nových, efektívnych metód vyšetrovania stability. Možno tiež očekávať, že kvalitatívny problém stability bude nadobúdať čoraz viac kvantitatívny charakter, keď sa požaduje, aby korene charakteristickej rovnice problému mali nielen zápornú reálnu časť, ale aby ležali aj v predpísanom pásme. Tým sa úlohy stability obohacujú o úlohy syntézy a optimalizácie a získavajú spoločné črty s úlohami ladenia mechanických sústav.

2.24 Medzné stavy

Ako medzný stav konštrukcie budeme označovať taký stav, ktorý pre daný prípad namáhania, prevádzkové podmienky, stav materiálu a konštrukčné usporiadanie je rozhodujúci pre posúdenie, či ďalšia prevádzka strojnej konštrukcie je prípustná. K definícii technického medzného stavu materiálu, strojnej časti alebo celej konštrukcie treba preto detailne poznať príslušný degradačný proces a na základe týchto vedomostí rozhodnúť, čo pre konkrétnu aplikáciu treba pouvažovať za medzný stav, pravda, s uvažovaním zvolenej konštrukčnej filozofie (napr. fail safe alebo safe life), apriórnej skúsenosti, stratégie výpočtu, stratégie modelovania, stratégie experimentu a konštrukč-

ného usporiadania.

Dominantným degradačným procesom je únavu, ktorá sa stále ešte pokládá za "biele miesto" mechaniky, najmä pokiaľ sa uvažujú prevádzkové náhodné procesy a interakcia rozličných faktorov. Osobitne to platí o výskume únavy pri korózii, o vysokoteplotnej únavy (interakcia s creepom) a o únavy pri radiačnom vplyve, kde pôsobia degradačné procesy s neaditívnym a synergickým dopadom na životnosť. Nielenže tu chýbajú teoreticky zdôvodnené kvantifikované zákony kumulácie poškodenia, ale väčšinou sa nepodarilo sformulovať ani základné teoretické modely vzniku a šírenia poškodzovania. Podobný záver možno vysloví aj o viacosom únavovom namáhaní. Z praktického hľadiska má mimoriadny význam aj poznanie podstaty únavy pri trecej korózii (fretting fatigue), kde sa zatiaľ nedarí aplikovať zákony lomovej mechaniky, niet spoľahlivých experimentálnych poznatkov pre vybudovanie modelu poškodzovania a dokonca sa neštandardizovala ani skušebná metodika. V širšom ponímaní tu ide o tribologické problémy, ktorých vyriešenie sa v súčasnosti pokladá za kľúčový krok pri zvyšovaní akosti strojních konštrukcií.

V posledných rokoch sa ukazuje, že pre niektoré konštrukcie (plynovody, tlakové nádoby) má zásadný význam výskum správania sa malých trhlín a ich vplyvu na únavovú životnosť.

Otzázky krehkolomového správania sa materiálov a konštrukcií sú z hľadiska praktického využitia vcelku dobre rozpracované, chýba tu však základný výskum celého radu interaktívnych faktorov, ovplyvňujúcich šírenie krehkej trhliny (rozmery, plynné prostredie, korózie, teplota, plastická deformácia, vnútorná stavba materiálu a pod.).

V oblasti výskumu creepu chýba kvantitatívny opis interakcie únavy a creepu, dynamiky creepového porušovania pri rešpektovaní stochastického charakteru lomového procesu a taktiež opis vplyvu radiácie a plynného prostredia na rýchlosť creepu.

2.25 Biodynamické vlastnosti človeka

Neoddeliteľnou súčasťou väčšiny strojních konštrukcií je človek - operátor alebo človek - používateľ, ktorý tak vyt-

vára konštrukčný subsystem. Preto okrem mechanických kritérií treba brať do úvahy aj také parametre a faktory, ktoré ovplyvňujú komfort človeka a tým aj jeho výkonnosť, psychiku a zdravie. Jestvujú v podstate dva smery, ako to dosiahnúť:

- posudzovať komfort človeka na základe jeho individuálnych pocitov, somatických reakcií, výkonnosti, svalovej tenzie a pod.,
- konštruovať biodynamické matematické modely človeka ako celku či jeho časti pre určité prevádzkové nasadenie.

Početné skúsenosti ukazujú, že jednotlivé prístupy k riešeniu biomechanických úloh sa podľa svojho účelu môžu výrazne lísiť a je preto nepravdepodobné, že sa podarí vytvoriť jednotný zovšeobecnený model. Naviac individualita testovaných objektov dáva veľmi nehomogénné výsledky a často experimentálne údaje celkom chýbajú.

2.26 Optimalizácia návrhu strojnej konštrukcie

Výskum a vývoj optimalizačných metod v posledných dvoch desaťročiach napredoval paralelne v uplatňovaní metód numerickej analýzy pri modelovaní reálnych konštrukcií pomocou diskretných princípov a vo vyšetrovaní a hľadaní základných vlastností optimálnych konštrukcií analytickými metódami.

Problém optimalizácie konštrukcie ponímate ako hľadanie premenných konštrukcie x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) tak, aby minimalizovali cieľové funkcie $f_1(X), f_2(X), \dots, f_k(X)$ a spĺňali obmedzenie $g_j(X) \leq 0$ ($j = 1, 2, \dots, p$) a $h_j(X) = 0$ ($j = 1, 2, \dots, q$). Vektor $X^T = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ obsahuje premenné konštrukcie, $g_j(X)$ je j-te obmedzenie nerovnosťou a $h_j(X)$ je j-te obmedzenie rovnicou.

Podľa charakteru môže byť o úlohy s obmedzeniami na vlastné frekvencie, na dynamickú ozvu konštrukcie, nestability typu flutter, na spoľahlivosť (resp. na akosť), na vibroizoláciu, ergonomiu a životné prostredie [10]. Najväčšiu úlohu by tu mali zohráť hardwareoví a softwareoví odborníci, ktorí by mali spolupracovať s konštruktérmi pri výbere premenných konštrukcie, napomáhať užívateľom softwareového vybavenia počítačov pri definovaní optimalizačných kriterií a obmedzení, a pomáhať konštruk-

térom diagnostikovať chyby a nesprávne riešenie a odhalovať extrémy a pod.

2.27 Analýzy mechanických parametrov

Analýzu mechanických parametrov strojnej konštrukcie (v angličtine označovanej ako Mechanical Signature Analysis) možno rozdeliť na päť oblastí [11] : monitorovanie procesov (signálov), skúšky v prevádzkových podmínkach, izolácia hľuku a vibrácií na základe identifikácie zdrojov a zhodnotenia materiálových vlastností identifikácia systému pomocou modálnej analýzy a štruktúrnych modifikácií a technická diagnostika.

Všetky tieto prístupy k analýze stavu strojov na základe generovaných signálov možno členiť na dve navzájom sa doplňujúce kategórie: experimentálnu a teoretickú.

V mnohých experimentálnych prácach sa doteraz podarilo viac či menej úspešne monitorovať rozličné prevádzkové procesy a ich charakteristiky uviesť do súvislosti s nevyváženosťami, vôlami, plastickými deformáciami, suchým trením, kavitáciou, lokálnymi poruchami a pod. (prakticky vo všetkých prípadoch išlo o rotáčné stroje ako plynové turbíny, kompresory, stroje na výrobu papiera, prevodovky, čerpadlá atď.). Problémom však aj naďalej ostávajú kriteriálne hodnoty alebo funkcie, ktorá se získavajú zo simulovaných prípadov porúch a nežiadúcich stavov.

V posledných rokoch sa nejvýraznejšie úspěchy dosiahli v teoretickom posudzovaní stavu strojních konštrukcií, využívajúc také poznatky teórie komunikácií, ako je cepstrálna analýza, časovo závislé systémy, metóda náhodného dekrementu, analýza náhodne budeného systému s viacerými vstupmi (zaužíval sa aj názov vibroakustika) a metóda potláčania adaptívneho šumu [11].

Ukazuje sa reálne využiť aj iné informácie, vychádzajúce z využívaného tepla (stav ložísk), zápachu (únik plynov), hľuku (ložiská) a pod. V mnohých aplikáciách sa ukázala ako veľmi efektívna spektrometrická analýza oleja, detekujúca prítomnosť stopového objemu kovov.

3. PERSPEKTÍVY ZÁKLADNÉHO A APLIKOVANÉHO VÝSKUMU STROJNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Ak máme posúdiť otázku ďalšieho výskumu s dlhodobým dopadom, treba zvoliť východzie kritériá. K takým patrí obohatenie základných vedomostí, prínos pre československú a celosvetovú venu, zaplnenie bielych miest v uvedených disciplínach, vlastnostiach a činnostiach, otvorenie nových vedeckých smerov, od ktorých sa v budúcnosti očakávajú vedecké úspechy a národochos-podársky efekt pri realizácii výsledkov, zvýšenie kapacity výroby a skvalitnenie výrobkov, ochrana človeka a lepšie využitie jeho schopností, ochrana životného prostredia a ekológia krajinny.

Ak tieto kritériá aplikujeme na mechanický systém a oso-bitne na strojnú konštrukciu, možno vyšpecifikovať nasledujúce požiadavky na prognostický výskum:

1. Dynamické systémy a ich riadenie

a) Modelovanie systémov a simulácia prevádzky. Modelovanie a simulácia sa týka najmä nelineárnych systémov s viacnásobným budením, identifikácie parametrov, stochastických systémov, modelovania medzných stavov a pod. Tu taktiež treba zásadným spôsobom riešiť model prevádzkových podmienok a prevádzkových za-fažení s akcentom na ich nestacionárnu podstatu možnosti zrý-chlených skúšok. Užitočnými by boli aj dátabázy typických pre-vádzkových zafažovacích procesov pre každý strojnú konštrukciu.

b) Dynamika a riadenie diskrétnych a spojitéh nelineárnych systémov. Chýba exaktnejšia metodika analýzy konštrukcie a optimálizácie nelineárnych mechanických systémov a ich riadenie vrátane ľudskej obsluhy. Osobitne naliehavý je tento problém u sto-chastických systémov.

c) Dynamická koordinácia a optimalizácia stavu prepojených subsystémov mechanického systému. Chýba teória a metodológia tvorby riadiacich systémov, ktoré by zabezpečovali prevádzku mechanického systému s ohľadom na vopred zadané kritériá. S tým súvisí aj:

d) Využitie snímačov a motorov pre riadenie. Chýbajú snímače mechanických veličín na nových princípoch s mikroprocesoro-vým spracovaním meraných signálov, sensory a motory (hydro, elektro) so schopnosťou reagovať na riadiaci počítač. Úspešné vyriešenie tohto problému môže mať značný dopad na cenu, spoá-hlivosť a výkon mechanických systémov, na techniku vibroizolácie, na dynamické skúšky, komfort obsluhy a pod.

2. Metodológia konštruovania a interaktívna grafika

a) Metodológia konštruovania (stavba strojov). Hoci sa počítače v konštruovaní začali vcelku úspešne používať, niet poznatkov, ako ich využiť v tvorivej projekčnej činnosti, resp. pri formulácii technického zadania. Snahou je mať k dispozícii jednoduchý interaktívny počítačový systém, umožňujúci vypracovanie projektu, výrobu, skúšky, diagnostiku, údržbu a opravy ako jeden integrovaný proces, do ktorého ako spojité väzby vstu-pujú informácie od zákazníka, z opravárenských a údržbárskech stredísk (Computer Aided Engineering).

b) Integrácia činností. Aplikácia počítačov na tvorbu konštrukcií sa začala a v súčasnosti aj pokračuje izolovanými krokmi, ktoré väčšinou odporujú interdisciplinárному duchu a nie sú preto kompatibilné. Preto je žiaduce skúmať, resp. inovať jestvujúce počítačové konštrukčné systémy CAD/CAM a ďalšie, aby boli plne integrované a kompatibilné. Taktiež nové systémy treba vytvárať v tomto duchu.

c) Komunikácia s počítačom. Ak sa má počítač stať prirodze-ným pomocníkom a rozšírením schopností konštruktéra, musí sa vypracovať systém vizuálnych, akustických a iných komunikačných spôsobov s počítačom, ktorý sa začlení do prirodzeného chodu konštrukčných prác.

3. Dynamika strojov

a) Generovanie optimálneho koncepčného návrhu strojnej konštrukcie a syntézy mechanizmov. Treba vyvinúť metodológiu a interaktívny počítačový systém pre tvorbu optimálneho koncepčného návrhu konštrukcie, ako aj výber častí a ich optimálne pre-

pojenie pre daný prevádzkový účel. Nové riešenia v oblasti optimalizácie možno očakávať pri riešení úloh s diskrétnymi konštrukčnými parametrami, pri riešení problémov multiúčelovej optimalizácie, v úlohách s obmedzeniami na spoľahlivosť (akosť), zahrnujúcich náhodné nestacionárne procesy, a v úlohách s dynamickými obmedzeniami na vibroakustické, akustoelastické a ergonomické vlastnosti, ako aj na komfort a životné prostredie.

b) hluk a vibrácie. Hlavné smery výskumu tu treba vidieť v rozvoji analytických metód za účelom hlbšieho pochopenia mechanizmov prenosu energie v konštrukciách, v rozvoji materiálovo-výskumu pre vysokopohltivé materiály za účelom poznania mechanizmov útlmu, rozptylovania energie a hľadania metód modelovania ich neobjavených zákonitostí, v systematickom štúdiu vplyvu vnútornnej geometrie konštrukcie na rozloženie akustických polí vnútri uzavretých priestorov za účelom minimalizácie ich vplyvu na pohyb konštrukcie, v hľadaní nových experimentálnych metód pre verifikáciu nových teórií a v rozvoji teoretických prác, ktoré by zmiernili neistoty v hodnotení vplyvu konštrukčného akustického tlmenia na mechanizmy prenosu energie.

c) Analytické a experimentálne metódy. Interaktívny počítačový návrh systému bude zákonite vyžadovať nové spôsoby analytickej, numerickej a experimentálnej identifikácie parametrov, potrebných pre optimálny konštrukčný návrh.

V oblasti výskumu vibrácie sú potrebné analytické aj experimentálne metódy pre analýzu dynamických vlastností subkonštrukcií, ako aj metódy zahrňujúce šírenie malých chýb zo subkonštrukcie pri syntetizovaní veľkých konštrukcií. Treba taktiež rozvíjať metódy identifikácie tlmenia subkonštrukcií, matematické metódy modelovania, simulácie a identifikácie systémov a analytické metódy riešenia stochastických systémov s ohľadom na nestacionárne stavy.

Úplne nedostatočne je rozpracovaná teória dynamických skúšok, najmä pokiaľ sa týka viacúčelových kriterií ekvivalentnosti pri skrátených skúškach a aplikácie nestacionárnych náhodných procesov.

4. Medzné stavy systémov

Nedostatočné sú naše vedomosti o stavových parametroch, ktoré by boli vhodné pre diagnosticke účely, riadenie akosti a zabránenie havárií. Tu treba rozvinúť jednotlivé disciplíny tak, aby sa mohol s dostatočnou technickou presnosťou definovať stav konštrukcie (jej kritického miesta) a prognózovať jej prevádzkyschopnosť.

Relatívne ucelené poznatky v tomto smere máme o jednoduchých mechanizmoch, nedostatočná je informácia o synergických efektoch viacerých degradačných mechanizmov a prostredia (plyn, vlhkosť, korozívne prostredie). Zvlášť akútne treba riešiť problémy tribológie, a to modelovanie tribosystémov, diagnostiku tribosystémov a správanie sa materiálov v tribosystémoch.

Málo je informácií o medzných stavoch z hľadiska zabezpečenia akosti a s uvažovaním opraviteľnosti, udržovateľnosti a diagnostikateľnosti, vyjadrených v cenových reláciách.

Bez ohľadu na rozpracovanosť jednotlivých disciplín spadajúcich do oblasti mechanických systémov, základným prognostickým cieľom ďalšieho výskumu musí byť vytvorenie počítačového integrovaného prístupu k tvorbe systému a čiastočne k tvorbe strojnej konštrukcie, ktorý by rozšíril ľudský intelekt, tvorivosť a rozhodovaciu schopnosť a priviedol k revolučným zmenám vo všetkých smeroch. Osobnitne sa to týka:

a) Konštrukcie a výroby výrobkov a systémov pomocou počítačov, ktoré integrujú a optimalizujú celý proces od technického zadania, cez výskum, vývoj, výrobu až po zabezpečenie akosti u používateľa.

b) Realizácie "inteligentných" výrobkov, strojov a systémov na základe súčasných a perspektívnych možností integrovaných obvodov, tj. systémov s hmatom, sluchom, videním, rečou a aspoň elementárной logikou.

c) Integrácie počítačov s obsluhou mechanických systémov, aby sa čo najlepšie využili schopnosti obidvoch (napr. koncepcné a rozhodovacie schopnosti človeka s analytickými, informačnými a výpočtovými schopnosťami počítače).

d) Implementácia počítačov do výukových a vzdelávacích procesov všetkých úrovní od počítačovo interaktívnych učebníč

až po náročné interaktívne grafické systémy pre projekciu a výrobu mechanických systémov.

Z týchto štyroch zámerov je zjavné, že potreba vytvárať počítačovo interaktívne mechanické systémy ďaleko presahuje hranice strojného inžinierstva a skôr predstavuje hlavnú potrebu všetkých inžinierskych disciplín.

4. LITERATURA

1. ČACKO, J.-BÍLÝ,-M.BUKOVECZKY, J.: Meranie, vyhodnocovanie, a simulácia prevádzkových náhodných procesov. Bratislava, vyd. SAV Veda 1984.
2. HURTY, W.C.: Dynamic Analysis of Structural Systems by Component Mode Synthesis. AIAA J., 3, 1965, č. 4:
3. ROBERTS, J.B.: Response of Nonlinear Mechanical Systems to Random Excitation. Part 1: Markov Methods. The Shock and Vibration Digest, 13, 1981, č. 4. Part 2: Equivalent Linearization and other Methods. Ibidem, 13, 1981, č. 5.
4. MORTON, J.B.-CORSSIN, S.: Experimental Confirmation of the Applicability of the Focker-Planck Equation to a Nonlinear Oscillator. J. Math. Phys., 10, 1969, February.
5. CRANDALL, S.H.: Perturbation Techniques for Random Vibration of Non-linear Systems. J. Acoust. Soc. Amer., 35, 1963, č. 11.
6. BARRET, J.F.: The Use of Functionals in the Analysis of Non-linear Physical Systems. J. Electronic Control, 15, 1963, č. 3.
7. FOSS, K.A.: Coordinates which Uncouple the Equations of Motion of Damped Linear Dynamic Solutions. J. Appl. Mech., 25, 1958, č. 5.
8. FREIJS DE VEUBEKE, B.M.: A Variational Approach to Pure Mode Excitation Based on Characteristic Phase Lag Theory. AGARD Report 39, 1956.
9. KUNG, W.C.-HOHENEMSER, K.H.: Eigenvalue Analysis for Coupled Large Linear Damped Structures. Comp. Methods in Appl. Mech., 12. 1977.

10. SIDDAL, J.N.: Frontiers of Optimum Design. J. Mech. Design, Trans. ASME, 101, 1979, č. 3.
11. BRAUN, S.: Mechanical Signature Analysis (MSA) at the 8th Vibration Conference. J. Mech. Design, Trans. ASME, 104, 1982, č. 2.
12. BÍLÝ, M.- MARKUŠ, Š.-SZUTTOR, N.: Interakcia budiacich sôr a vonkajšieho prostredia so strojnou konštrukciou s prihladnutím na optimálne vlastnosti. (Správa kontrolovatelnej etapy hlavných úloh III-3-7 a III-3-3). ÚMMS SAV, Bratislava 1986.

INFORMACE

Revue Francaise de Mécanique uveřejňuje v č. 3/86 serii článků z mechaniky tekutin a dva články z experimentální analýzy napětí. R. Desailly se zabývá v článku "Mesures des déplacements par méthodes optiques ..." výhodami, ale celkem malým praktickým rozšířením optických metod. V poslední době získávají stále větší zájem pro svou možnost základních výzkumů chování anisotropních materiálů, plasticity a strukturního poškození. Optické metody nejsou příliš obtížné k porozumění, avšak vyžadují zvláštní přístup a pochopení.

Článek poskytuje úvod k hlavním optickým metodám pro měření posunutí v rovině. Jsou stručně rekapitulovány jejich principy, vymezena oblast aplikací, jakož i jejich omezení; popis technik se nezabývá detaily současné jejich úrovni.

V druhém článku "Mesures des déplacements par méthode de granularité: Applications" se zabývají E. Grosset a R. Desailly aplikací speckle - metody pro měření roviných posunutí k určení jak Ríčeho integrálu tak i COD posunutí. Posunutí jsou měřena na pěti kružích se středem v kořeni vrubu. Interpretace měřených hodnot se provádí pomocí 6 koeficientů s funkcemi r a 0 jako parametry. Tyto koeficienty se počítají iterační numerickou metodou. Pole gradientů posunutí v každém bodě se pak obdrží analytickou derivací této funkce. Hodnota I - integrálu se pak vypočte numerickou integrací.

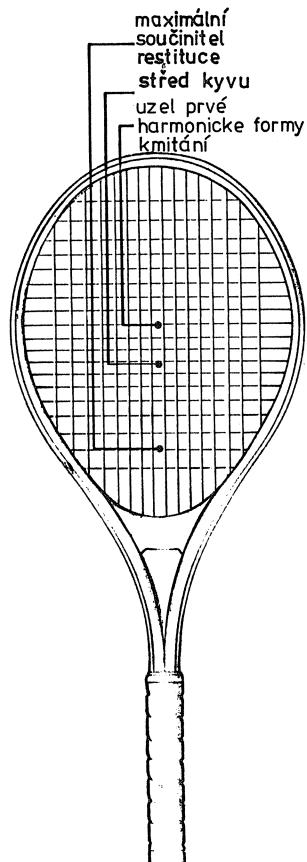
Posunutí rozevřením trhliny jsou rovněž určována numerickou cestou, poskytující posunutí v kořeni (CTOD). Lze tak verifikovat korelací mezi I a CTOD během pružně plastického chování.

-jýj-

FYZIKA TENISOVÉ RAKETY

Dnešní tenisové rakety ovlivnily ve vývoji a variabilitě tři faktory: vytvoření nových materiálů, odhalení zákonitostí interakce mezi tenisovým míčem a raketou a jednotná úprava předpisů. Rozměry, tvar a váha tenisové rakety nebyly vlastně do nedávna motivovány žádným technickým požadavkem. Porozumění fyzikálním jevům vztahujícím se k tenisové raketě spolu s použitím nových materiálů umožnily její stávající zdokonalení.

Tři citlivé body rakety

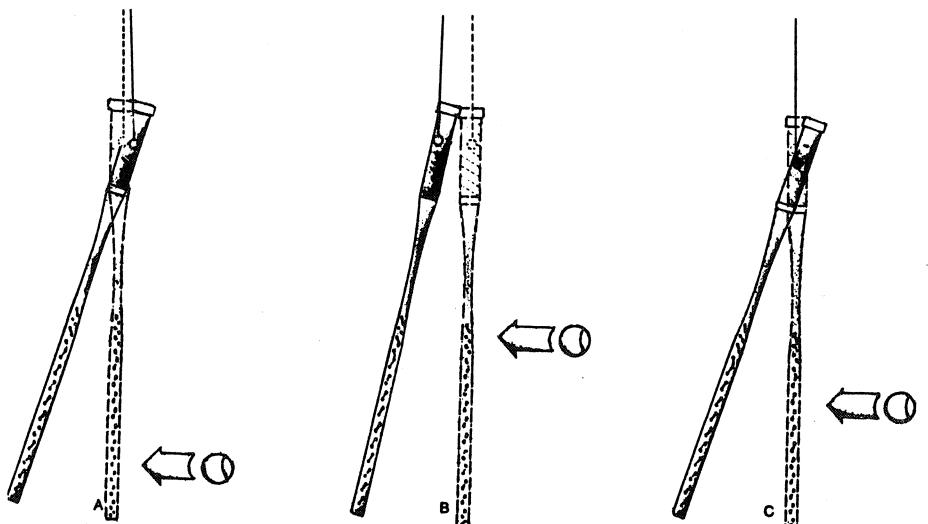


Obr. 1 Tři citlivé body rakety

Tenista je vždy uspokojen, když uspěje ve správném centrování míče na raketě. Zdá se, že míček odletěl téměř bez námahy, zatímco raka vydá téměř hudební zvuk. Ve skutečnosti existují na raketě tři body nebo zóny, které je možno považovat za citlivé. Pohyb, daný hráčem raketě, určuje polohu prvého z těchto tří bodů, tj. středu kyvu. Druhým bodem je vibrační uzel prvej harmonické a odpovídá zóně, kde není pocítováno kmitání, způsobené rázem. Třetím bodem je pak ten, kde součinitel restituice je maximální, tj. bod výpletu, ve kterém odskok míčku je největší. Snahou hráče je udeřit míček v některém z těchto bodů (Obr. 1).

Narazí-li míček na raketu v jejím těžišti, udělí raketě posuvný pohyb. V tomto případě je pohyb všech bodů raketky shodný s pohybem těžiště. Pokud míček udeří ve středu výpletu, jeho pohyb je složitější, pokud bereme v úvahu protažení strun a rozložení hmoty raketky, celkové posunutí, doprovázené rotací kolem těžiště. Při kombinaci těchto pohybů

pozorujeme, že existuje zvláštní bod rukojeti, kde se oba pohyby vyruší (střed otáčení). Drží-li se raka přesně v tomto bodě, nepociťuje se žádný otřes ani náraz v okamžiku, kdy míček do raketky narazí. Naopak drží-li hráč raketu v ruce, tj. vlastně určuje její bod otáčení, rovněž existuje zvláštní bod, kde se oba pohyby raketky kompenzují: je to střed kyvu (obr. 2).



Obr. 2 Pohyb raketky při úderu míčku pod (A), nad (B) a ve středu kyvu (C)

Lze jej určit dvěma způsoby. Prvý spočívá v tom, že raketky se zavěsí na vlákno v bodu, ve kterém hráč obvykle raketu drží (střed otáčení). Míček se pak vystřeluje na různá místa výpletu a při každém úderu se určuje posunutí bodu závěsu. V případě, že se střed otáčení při úderu neposune, je bod rázu středem kyvu. Druhá metoda spočívá v měření periody kyvu raketky při stejném zavěšení, z které se určí vzdálenost středu kyvu od bodu závěsu jednoduchým vzorcem. Zavěsí-li se raketky v bodu 7 - 10 cm vzdáleném od konce rukojeti, její perioda kyvu je zhruba 1,3 sec. Střed kyvu leží tedy blízko srdce raketky a nikoli na úrovni kolmého rázu míčku na raketu.

Hráči tenisu mají většinou tendenci chytat míček na střed výpletu. Je tedy žádoucí umísťovat střed kyvu do blízkosti středové zóny výpletu. Vycházíme-li z této zkušenosti, je možno modifikovat rozložení hmot umístěním olověného pásku nebo

jiné přídavné hmoty do hlavy rakety. Takový postup má však nevýhodu ve vnesení určité nerovnováhy rakety směrem kupředu. Jiné řešení spočívá ve zvětšení výpletové plochy na straně rukojeti, aniž se délka rakety prodlouží. Tímto způsobem přemístěný střed výpletu leží pak několik centimetrů od středu kyvů. Za předpokladu, že poloha středu kyvů vzhledem k ruce hráče je stálá, naddimenovaná raketa zůstává vyvážena a přitom lépe ovladatelná než raketa standardní.

Nežádoucí vibrace

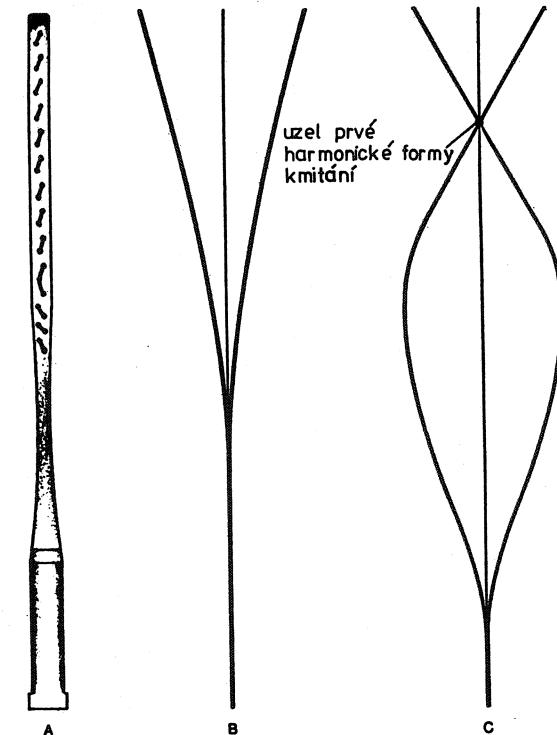
Drží-li se raketa pevně v ruce, způsobí náraz míčku po hyb výpletu, ale též pohyb rakety jako celku. Raketa se pod nárazem prohne a po serii vibrací se opět vrátí do své rovnovážné polohy. Podle polohy nárazu raketa vibruje různým způsobem. Základním typem vibrace je ten, který odpovídá prutu na jednom konci veknutému, s frekvencí 25 - 35 Hz. Jelikož rozložení hmotnosti je u všech raket prakticky stejné, je tato frekvence určována tuhostí rakety. Stejně však je možné vyvolat typy, harmonické k základnímu typu kmitání. Prvá harmonická forma je charakterizována existencí pevného bodu neboli uzlu kmitání, který leží v blízkosti hlavy rakety (obr. 3). U běžné rakety je frekvence této harmonické asi 120 - 150 Hz. U kyvadla nebo dříku s homogenně rozdělenou hmotou je frekvence této harmonické rovna přesně šestinásobku frekvence základního modu.

Zasáhne-li míček raketu v uzlu této harmonické formy, není tato forma vyvolána a raketa vibruje v základním modu. Naopak zasáhne-li tedy míček raketu blíže k hlavě nebo k srdci rakety, vyvolá jak základní, tak i serii prvních harmonických modů. Osciloskopická analýza ukazuje, že vibrace se stávají strmějšími a více a více přerývanými tou měrou, jak se vzdalují od uzlového bodu. Tyto vibrace, které se odrážejí v ruce a paži hráče, jsou zvláště nepříjemné, dosahují-li vysokých frekvencí.

Čím je místo nárazu míčku od uzlu vzdálenější, tím je důležitější amplituda perturbovaných vibrací; zásah v místě uzlu totiž dovoluje lépe umístit míček. Rozsah této druhé citlivé

zóny je veličina subjektivní, neboť závisí na prahu snášenlivosti každého hráče vydržet vibrace vysokých frekvencí. Zlepšit útlum vibrací je možné buď použitím materiálu dissipujícího energii, nebo (jako Lacoste) vestavěním speciálního tlumícího systému do rukojeti rakety, který je sladěn s frekvencí perturbovaných kmitů.

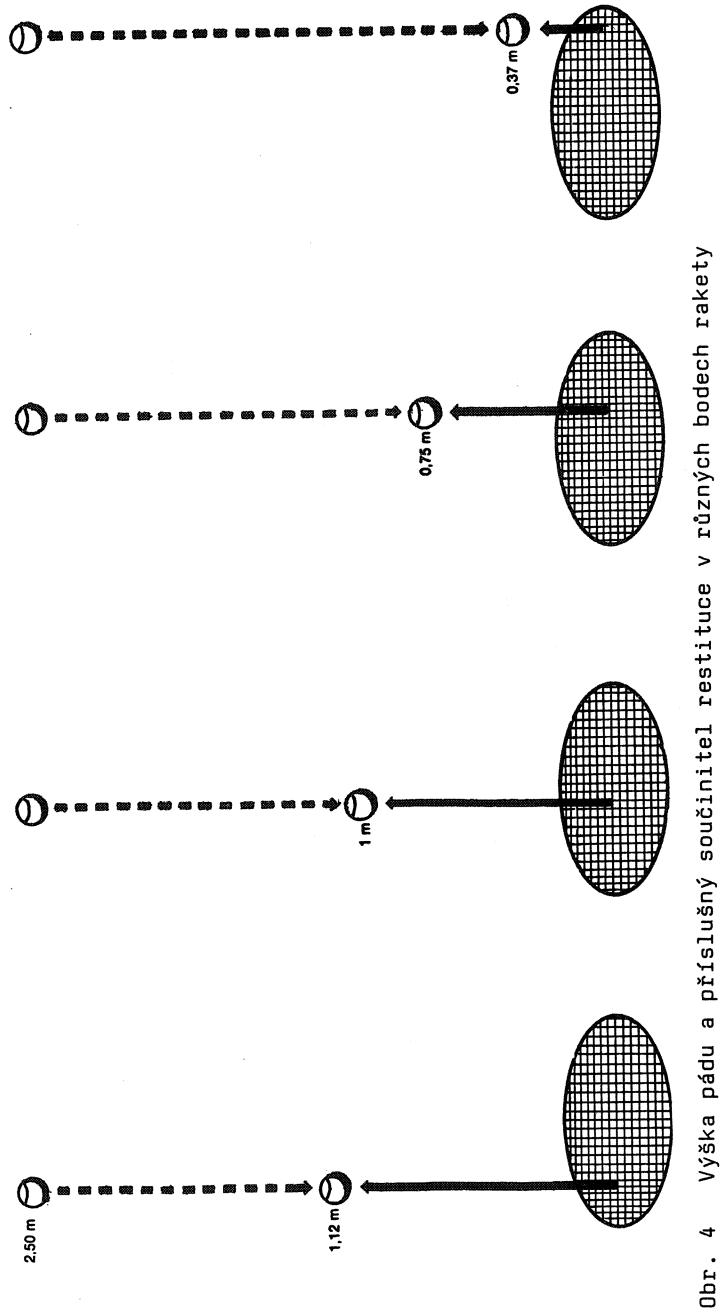
Část systému je vložena do rukojeti, která zasahuje až na okraj rukojeti a působí jako dissipátor energie. Díky tomuto systému se část vibrací nepřenáší do paže hráče, což snižuje riziko vzniku "tenisového lokte".



Obr. 3 Vibrační módy rakety (A), základní (B), jetí jako malé závaží, prvý harmonický (C)

zóny je veličina subjektivní, neboť závisí na prahu snášenlivosti každého hráče vydržet vibrace vysokých frekvencí. Zlepšit útlum vibrací je možné buď použitím materiálu dissipujícího energii, nebo (jako Lacoste) vestavěním speciálního tlumícího systému do rukojeti rakety, který je sladěn s frekvencí perturbovaných kmitů.

Část systému je vložena do rukojeti, která zasahuje až na okraj rukojeti a působí jako dissipátor energie. Díky tomuto systému se část vibrací nepřenáší do paže hráče, což snižuje riziko vzniku "tenisového lokte". Konstruktér však může modifikovat polohu uzlu kmitání změnou rozložení hmot na raketě nebo vzájemné tuhosti různých částí raketového rámu. U běžné rakety je jeho poloha 13 - 14 cm od okraje rámu. Při dodání hmoty 10 g na okraj raket (což posune střed kyvů směrem ke středu výpletu) bylo možno konstatovat, že uzel kmitání se odchylí o 2 cm k okraji, a tedy se vzdálí od středu výpletu. Protože raketka představuje vlastně citlivou anténu, schopnou detekovat kmitání, není nezbytně nutné opakovat přesné experimenty pro lokalizování uzlového bodu raketky. Zkoušku lze realizovat držením raketky za rukojet v blízkosti uzlu kmitání.



kosti srdce, ovšem vyhnout se vždy jejímu přílišnému sevření. Míček se pouští z výšky na raketu drženou horizontálně. Od výšky 20 cm lze pocítit kmity vysoké frekvence a určit bod, kde tyto vibrace jsou slabší.

Výkon především

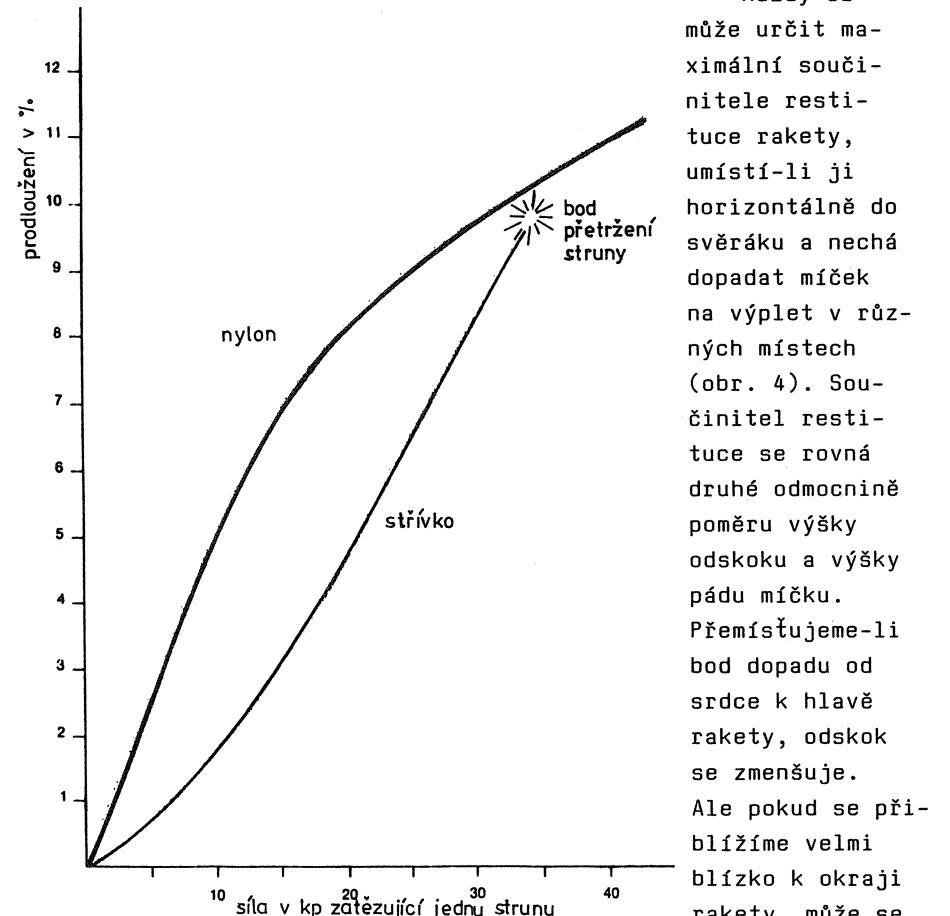
Jednou z vlastností, kterou hráč vždy u rakety zkoumá, je "výkonnost", která dovoluje zahrát míček velkou rychlostí s minimem úsilí. Tato výkonnost (nebo rychlosť míčku) se mění v závislosti na místě nárazu míčku na raketu. Konstruktéři mohou snadno určit účinnost svých raket. Stačí střílet míčky na raketu, jejíž rukojeť je pevně sevřena např. ve svěráku a měřit vztah mezi rychlosťí odskoku a rychlosťí dopadu míčku; tento vztah se nazývá "součinitel restituuce". "Výkon rakety je tím větší, čím vyšší je tento součinitel. Faktory, ovlivňující tento výkon jsou: ztráta energie míčku odskokem, výplet a rám rakety. Podle platných pravidel⁺⁾ by měl míček ztratit asi polovinu své energie při odskoku do tuhého povrchu střední rychlosťí. Míčky jsou vyráběny tak, že čím více se deformují, tím více energie akumulují; důležitá je část energie, která se přitom ztrácí. Odsakuje-li však míček od pružného povrchu (např. struny), budou deformace akumulované energie i ztracené energie menší. Je to tím, že ve skutečnosti se deformují i struny, akumulují část energie a vracejí ji pak míčku ve formě kinetické energie. Hráč tedy dosáhne maximálního efektu, není-li výplet příliš napjat. Ale není zapotřebí, aby se struny uvolňovaly jen v bodě, kde průhyb výpletu začíná, neboť to by znamenalo ztrátu energie třením (není jistě dobře možné hrát tenis motýlkem křídlem). Tato úvaha však platí, jen v případě, že hráč nehodlá zahrát svůj míček tak, aby mu dal velký účinek. V opačném případu by bylo nutné struny rakety velmi silně napnout (tedy na úkor rasance ran), aby se vyloučil průhyb strun z roviny rakety.

⁺⁾ Podle posledních pravidel nesmí délka rakety být větší než 81,28 cm a celková šířka rakety větší než 31,75 cm, přičemž tyto míry nesmějí u výpletu obdobně přesáhnout 39,37 cm, resp. 19,91 cm. Dále rakaeta nesmí mít žádnou úpravu, dovolující hráči měnit její tvar.

Kdyby výplet znamenal jediný prvek, který je nutno brát v úvahu (při prvném držení hlavy a rukojeti rakety), byl by součinitel restituce maximální v bodě, kde struny jsou nejpoddajnější a nejméně napjaty. Protože hlava rakety nezaujímá stále tutéž polohu během výměny míčků, je možno brát v úvahu i ohebnost rámu. Ale důvod, podle něhož by mohla být energie nahromaděna a pak znova míčku udělena poddajným rámem týmž způsobem jako poddajnými strunami, zde neplatí. Celková deformační energie rámu rakety je ztracena, neboť rychlosť, s jakou se rám vrádí do své rovnovážné polohy, je příliš nízká oproti rychlosti míčku. Elektronika a rychlostní fotografie ukázaly, že míčky správně zasažené nezůstávají v kontaktu se strunami déle než asi 4 ms, tj. perioda kmitů rámu rakety je řádově 30 ms. To znamená, že je třeba nejméně 15 ms (tedy půl periody), aby se raketa dostala do původního tvaru po styku s míčkem. Míček je tedy již dlouho odehrán, když se raketa vrací do výchozí polohy a je připravena odevzdat část akumulované energie. Aby bylo dosaženo lepšího součinitele restituce a tedy zvýšené rychlosti míčku, je zapotřebí, aby raketa byla tužší.

Když uvážíme, že raketa se obvykle drží poblíž konce rukojeti, znamená to, že její tuhost se mění podle místa dopadu míčku. Účinná tuhost rakety je maximální v blízkosti srdce a zmenšuje se směrem k hlavě. Uvážíme-li pouze tuto účinnou tuhost rakety, její maximální součinitel restituce by musel být přesně v místě srdce. Ale lokalizace maxima závisí též na výpletu. Vždy však bude variabilita stupně tuhosti rakety převyšovat nad požadavkem, aby struny byly poddajnější ve středu hlavy. Maximální součinitel restituce by měl být podle toho blíže srdci než hlavě rakety.

Zvětší-li se plocha výpletu směrem k rukojeti, nová zóna která tak vznikne, znamená vyšší součinitel restituce než v kterémkoli jiném místě rakety. Požadavek, aby tato zóna byla tužší, dovoluje zvýšit výkonnost rakety. Díky této nové zóně, která na běžných raketách neexistuje, mohou konstruktéři nad-dimensovaných raket tvrdit, že zvětšili citlivou zónu. Definují ji v podstatě jako povrch rakety, kde součinitel restituce je vyšší než daná hodnota.



Obr. 5 Pracovní diagram struny nylonové a ze střívka

je zřejmě v rozporu s předcházející úvahou, se vysvětluje skutečností, že v tomto případu je míček zasažen dvakrát místo jednou. Velmi blízko okraje je totiž součinitel restituce tak slabý, že rychlosť odskoku je téměř nulová a míček zůstává poblíž bodu rázu. Raketa, která měla čas se deformovat a vrátit do své normální polohy, odevzdá tedy část své deformační energie míčku, dříve než míček pokračuje ve svém pohybu. To vysvětluje, proč dvojité odskoky nejsou pravidly zakázány (za podmínky, že nejsou důsledkem úmyslného záměru).

Každý si může určit maximální součinitel restituce rakety, umístí-li ji horizontálně do svéráku a nechá dopadat míček na výplet v různých místech (obr. 4). Součinitel restituce se rovná druhé odmocnině poměru výšky odskoku a výšky pádu míčku.

Přemísťujeme-li bod dopadu od srdce k hlavě rakety, odskok se zmenší. Ale pokud se přiblížíme velmi blízko k okraji rakety, může se odskok zvýšit.

Tento jev, který

Přírodní nebo syntetické ?

Struny tenisové rakety mohou být z přírodního střívka nebo syntetického vlákna, např. z nylonu. Přestože přírodní střívko je dražší, křehký a méně trvanlivé (obrus) než syntetické materiály, většina špičkových hráčů mu dává při výpletu přednost. Znamená to, že kvalita tohoto materiálu musí být mimořádná, aby vyvážila jeho slabiny. Měříme-li prodloužení strun v závislosti na osovém tahu, zjištujeme, že přírodní střívko je dva až třikrát pružnější než nylon. To znamená, že střívkové struny přinášejí velkou "výkonnost". Mimoto reaguje střívko úměrně se zatěžovací silou (obr. 5). Výrobci syntetických strun se pokusili napodobit chování střívka použitím vlákna složeného z více stočených pramínek, apretovaných ponořením do jiného materiálu, viditelného pouze při ozáření γ - paprsky, aniž by však podstatně uspěli. Profesionální hráči tedy pokračují v používání tradičního materiálu.

Většina tenistů je zvyklá hrát raketou s určitým tahem. Zapomínají někdy na to, že modifikace rozměrů výpletu vnáší nové podmínky pro tah, vedoucí k přiblížení se identické odeběvě výpletu během hry. V prvním přiblížení je potřebí hlídat konstantní poměr mezi tahem a délkou struny, pokud se rozhodneme přizpůsobit se raketě, u které je velikost hlavy jiná. Navíc ukázalo počítacové řešení modelů raket, že zvětšení délky výpletu přináší s sebou nový jev. Ve skutečnosti zajišťuje použití nylonového výpletu na naddimenované raketě zřetelně týž pocit, jako přírodní střívko na normální raketě. Jedná se zde o soulad tím šlastnější, že od doby, kdy se na trhu objevily první naddimenované rakety, neexistují střívka schopná nést tah odpovídající normálním podmínkám hry (mezitím již byla navržena i nová ultrapevná střívka).

Hráč ověřuje tradičně tah strun brknutím na jednu z nich a lehkým poklepem na výplet, aby zazvučel. Tento postup však platí jen pro rakyty téhož typu a vybavené týmž výpletom. Ve skutečnosti se frekvence, při které začnou struny vibrovat, mění v souhlasu s poměrem rychlosti šíření signálu strunou, děleným délkou výpletu. Sama rychlosť šíření vzruchu se mění úměrně s druhou odmocninou poměru tahu strun a jejich hustoty. Jestliže je tedy tah strun určován tak, aby poměr tahu k délce

zůstával konstantní, má naddimenovaná raka tendenci vydávat tón hlubší než standardní raka. Není potřeba v tomto případě zvyšovat tah, aby se dosáhlo stejného zvuku jako u normální rakiety, neboť výplet by byl pak přetažen.

Omezená teoretická znalost o souvislosti tahu strun a výpletu znamená pro řadu hráčů rizika chybného úsudku. Ve skutečnosti se tah strun zmenšuje v závislosti na jejich stáří a stupni opotřebení. Je-li nylonová struna zatížena konstantním tahem, její délka vzrůstá s časem podle logaritmického zákona a naopak při konstantním prodloužení se její tah zmenšuje, a až po několika týdnech dosáhne stálé hodnoty. Ví-li, že méně napojatý výplet je schopen vyššího výkonu, měl by si hráč uvědomit, že takové ochabnutí tahu poskytne jeho raketě vyšší součinitel restituce. Fakticky ale z toho nic nemá. Ochabnutí tahu je vyvoláno separací molekulárních vazeb v nylonu, což snižuje jeho původní pružnost, aniž se zlepšila rasantnost hry. Tato se nemůže zvýšit bez modifikace tahu na původní hodnotu, tedy jen pouhým ochabnutím strun.

Doba, po kterou zůstává míček v kontaktu s výpletom, závisí na tahu výpletu (přesněji na poměru tahu k délce výpletu a na rychlosti vzájemného přiblížování míčku a rakiety). V prvním přiblížení se struny chovají jako pružina, která se snaží míček (jehož hmota je 58 g) odvrhnout. Míček zůstává ve styku s výpletem po dobu poloviny výkmitu. Je-li tah strun změněn, změní se též konstanta skutečného odskuče od výpletu a rovněž tak perioda oscilace. Pokud deformace výpletů zůstává malá, je možno ji pokládat za nepřímo úměrnou tahu. V tom případě je pohyb čistě sinusoidální a doba kontaktu se mění jako převratná hodnota druhé odmocninu z tahu. Ve skutečnosti však není deformace lineární funkcí zatěžovací síly. To znamená, že konstanta efektivního odskuče od výpletu se zvyšuje s relativní rychlostí -- míček - raka. Z toho plyne, že perioda oscilace se zmenšuje tím více, čím silněji je míček udeřen, a tedy že se zkracuje i doba kontaktu.

Nové materiály a výhledy do budoucnosti

Úlohou, kterou představovala klasická dřevěná raketa, bylo navrhnut model tuhý, trvanlivý a ovladatelný jednou rukou. Aby se získala žádoucí tuhost a trvalá odolnost opakovaným odskokům míčku, byli konstruktéři vedeni k vytváření širokého rámu, tedy k nežádoucě těžkému, oblému a s redukovanými rozdíly. Díky vynálezu vysoce pevných kovů jako hliník pro letecký průmysl, titan, hořčík nebo kompozitní materiály (s vlákny skleněnými, grafitovými, boročními nebo z nových materiálů jako kevlar), je dnes konstruktér zbaven bývalých omezení (na úkor nákupní ceny raket). Může volit zvětšení hlavy raketы nebo modifikovat tvar raketы při zachování její operativnosti. Kdybychom byli pokračovali v používání přírodního dřeva, bylo by bývalo nemožné navrhnut naddimenovanou raketu lehkou, pevnou a odolnou tahu výpletu.

Možnost využít výplet zvětšených rozměrů nabízí stejnou výhodu: riziko zásahu míčku rámem je sníženo. Jiné nezanedbatelné výhody jsou: přemístění středu výpletu směrem ke středu kybu, zlepšení součinitele restituice, snížené riziko rotace raketы v ruce hráče v případě špatně centrovánoho úderu. Je velmi pravděpodobné, že v takovém případě bude rána odchýlena od žádoucího směru. Vlastnost, při které má předmět, např. tenisová raketa, setrvat v kroucení, je závislá na polárním momentu setrvačnosti. Tento moment se rovná hmotě předmětu násobené čtvercem vzdálenosti bodu nárazu od osy. Zvětšení momentu setrvačnosti dovoluje zvýšit stabilitu raketы vzhledem k dlouhé ose. Toho lze dosáhnout buď zvětšením hmoty na okrajích rámu nebo jeho rozšířením.

Toto poslední řešení je mnohem účinnější v případě, kdy moment setrvačnosti je úměrný čtverci vzdálenosti a přímo úměrný hmotě. Zvětšení momentu setrvačnosti bude tedy kvadratické v prvním případě a lineární v druhém. To je důvod, který vysvětluje počáteční vývoj naddimenované raketы a popularitu, které se v současnosti těší. Typická naddimenovaná raketа dovoluje získat přibližně 20 % na šířce v porovnání se standardní raketou a její moment setrvačnosti je o polovinu větší. Raketа, která se blíží maximu dovolenému pro šířku podle nových tenisových pravidel (např. raketа Weed) má polární moment rovný

dvojnásobku momentu raketы standardní. Kromě zvětšení plochy výpletu může konstruktér raketу volit úpravu formy hlavy raketы. Tato, obvykle oválná, může dostat tvar blížící se čtverci nebo obdélníku. Účelem této transformace je zvětšit plochu, kde součinitel restituice je nejvyšší. U oválného výpletu jsou struny více uvolněny kolem středu a sevřenější na okraji rámu, kde jsou sice struny kratší, ale tah zůstává stejný. U raketы pravoúhlého tvaru rámu nebo se srdcem zakřiveným směrem k hlavě a nikoli ke straně rukojeti mají struny vesměs stejnou délku, což jí dává konstantní tah. Stejný výsledek je možno obdržet postupným zvětšováním vzdálenosti mezi strunami směrem od středu výpletu, uplatňovaný při výrobě některých raket.

Výhodnost soudobých raket proti modelům existujícím již 20 let je neoddiskutovatelnou skutečností. Použití nových materiálů pro výrobu raketových rámu a výpletů by mělo umožnit zlepšení a případně i snížení ceny tenisových raket. Tenisté, pohrávající si často s myšlenkou, co přinese příští generace raket, uvažují o použití infračervených snímačů, mikroprocesorů a eventuálně o biofyzikální zpětné vazbě. Postupně s novou pokrokovou technikou výroby raket by se měla vyvíjet a měnit i tenisová pravidla. Bylo by skutečně škoda, kdyby se tento nádherný soutěživý sport proměnil v nějaký druh nové videoher.

Podle H. Brody La physique de la raquette de tennis,
La Recherche, 1985, č. 163, str. 178 - 186 přeložil a upravil

doc. Ing. J. Javornický, DrSc

INFORMACE

SEM - Společnost pro experimentální mechaniku začala r. 1986 publikovat nový časopis The International Journal of Analytical and Experimental Modal Analysis (IJAEMA), čtvrtletník, dokumentující nejnovější vývoj ve výzkumu kmitání a dynamiky. Je spoře koncipován a řízen klíčovými odborníky SEM a Mezinárodní konference modální analýzy (IMAC, 6th Conference v r. 1988); SEM bude napříště i spolušponsorem těchto konferencí.

Toto vzájemné spojení vyplývá z významu modální analýzy i v experimentální mechanice. Z obsahu časopisu lze jako tematické příklady uvést články : Aplikace a vyhodnocení odhadů mnohonásobně vkládaných modálních parametrů, Optické určení efektů mikrominiaturního akcelerometru na resonanci malé vzduchové vrstvičky, Tlumící poměry pro lineární systémy s více stupni volnosti, Zhodnocení užitkovosti konstrukcí obráběcích strojů použitím modální analýzy aj. Je patrné, že i naši odborníci by měli tomuto směru věnovat více pozornosti.

Odběr časopisu je určen především členům SEM za poplatek 70 US\$ ročně. Je možno zakoupit ještě čísla 1. ročníku po 35 \$/kus.

- jýj -

INFORMACE

Závěrečné č. 4 Revue Francaise de Mécanique ročníku 1986 přináší dva články: A. Stimpling a P. Smigelski v práci "Nová metoda oprav měření posunutí trojrozměrného objektu v holografické interferometrii" (str. 229-238) pojednávají o své metodě CMC (Complete Motion Compensation), dovolující kompensovat a měřit jakékoli posunutí a jakoukoli amplitudu v reálném čase. Při pohybu zatíženého objektu je metoda schopna opravit a měřit obě složky tuhého přemístění a deformaci. Kompenzace a měření jsou prováděna část po části povrchu tělesa bez měření na interferenčních pruzích. Metoda dovoluje snímat hologram pohybujícího se předmětu během záznamu, např. záznam kmitajícího objektu v průměrném čase. Je též použitelná (za jistých omezení) při holografické dvojexpozici; v takovém případě může být aplikována při studiu velmi rychlých dějů (při rázu na těleso nebo při vysokorychlostní rotaci). Metoda tak rozšiřuje pole aplikací holointerferometrie.

B. Crosnier a kol. v článku "Průzkum in situ horninových prostředí použitím harmonické techniky" přináší prvnou informační část o aplikaci harmonického průzkumu porušených skalních hornin. Rekapituluje princip metody, ukazuje použití potřebného souboru teoretických funkcí přenosu a reálných spektrálních veličin pro identifikaci lomových parametrů zkoušeného prostředí. Je popsána prototypová harmonická sonda pro určení spektrálních veličin a na prvních zkouškách in situ ukázány výhody metody a získaná data.

- 34 -

Členové přijati na schůzi předsednictva 24. 2. 1987

BAUMANNOVÁ Tamara	Ing. - 7.6.1939	B,E
	ÚTAM ČSAV	
	Vyšehradská 49, Praha 2, 128 49	
DANĚK Vladimír	Doc.Ing.CSc. - 4.4.1945	M 1, P 4
	VUT Brno,fak.str.,kat.let.	
	Obránců míru 65, Brno, 602 00	
PANCL Jan	Ing.CSc. - 15.9.1947	M 4
	Prognostický ústav ČSAV, Praha 1	
PERNICA Zdeněk	Ing. - 8.6.1941	T 1, P 4
	VZLÚ Praha	
	V mezihoří, Praha 8, 180 00	
PETROVIČ Ivo	Ing. - 22.12.1935	E 1, E 2
	VÚ-Sigma	
	Praha 4 - Komořany	
PLÁNIČKA František	Prof.Ing.CSc. - 29.3.1936	E 1
	VŠ stroj.a elektrotechn. Plzeň	
	Nejedlého sady 14, Plzeň, 306 14	
PROCHÁZKA Jaroslav	Ing. - 5.4.1960	M 1, P 4
	Mikrotechna	
	U průhonu 22, Praha 7, 170 04	
VEJRAŽKA František	Dot.Ing.CSc. - 6.4.1942	P 4
	ČVUT,fak.elektrotechn.,kat.radioelektroniky	
	Suchbátarova, Praha 6, 166 07	
VÍTEK František	Ing. - 1.11.1960	M 1, P 4
	FSI, ČVUT, kat.pruž.a pevnosti	
	Suchbátarova 4, Praha 6, 166 07	
VOLEK Jan	Ing. - 6.3.1930	M 1, M 2
	Podnik výpočetní techniky, Litoměřice	
	pošt.schr.135, Litoměřice, 412 01	

INFORMACE

Ve dnech 24. - 27. 9. 1986 proběhla v Brašově rumunská 4. národní konference o měření napětí. Probíhala v 7 sekčích a bylo předloženo celkem 202 referátů. Sekce Snímače a přístroje (30 referátů), Aplikace měření napětí ve strojním inženýrství (15), Aplikace odporové tenzometrie (44), Aplikace měření napětí v inženýrském stavitelství (39), Aplikace měření napětí v biomechanice (11), Zkoušení materiálů (29), Numerické metody v analýze napětí (34).

Čtyřsvazkový sborník (349+281+349+415 stran) obsahuje řadu zajímavých poznatků a výsledků, které mohou být užitečnou informací též pro naše techniky. V rámci spolupráce ČSSM-EAN s Ústřední komisí pro tenzometrii při Ministerstvu školství a výzkumu RSR byl sekci EM tento Sborník věnován a je pro zájemce k dispozici u předsedy.

- 35 -

-jýj-

Zahraniční členové přijatí na schůzi předsednictva 24. 2. 1987

CAPPOZZO Aurelio	Prof. Institute of Human Physiology School of Medicine, Univ. of Roma Via Alessandria 153 00198 Roma - Italy
FUJISHIRO Ikuya	Prof. Mie University Dean of Dept. of Engineering Kamihama-cho Tsu 514 - Japan
HUISKES Rik	Prof. Dept. Orthopeadiest Univ. of Nijmegen P.O. Box 9101 6500 HB Nijmegen The Netherlands
JONSONS Haralds	Prof. Latvian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics Duntes street 12/22 226 006 Riga - Latvian SSR
KNETS Ivar	Prof. Director Laboratory of Biomechanics Academy of Sciences Aizkrauklesstr. 23 226 006 Riga - Latvian SSR
TOKUDA Masataka	Dr. Mie University Dept. of Engineering Kamihama-cho Tsu 514 - Japan
MURAKAMI Sumio	Prof. Nagoya University, Chikusa-ku Dept. of Mech. Engineering Nagoya 464 - Japan
PETROV Nikola	Doc. Bulg. Academy of Sciences Institute of Mechanics and Biomechanics 1090 Sofia, P.O. Box 373 - Bulgaria
TOSHEV Yuli E.	Doc. Bulg. Academy of Sciences Institute of Mechanics and Biomechanics 1090 Sofia, P.O. Box 373 - Bulgaria

Přijat 17. 9. 1985

LAERMANN Karl Hans Prof. Dr. Ing.
BUGH-Fachbereich 11 - Bautechnik
Pauluskirchenstr. 7
D-56 Wuppertal DBR
- 36 -

INFORMACE

"Finite Element and Boundary Element Techniques from Mathematical and Engineering Point of View"

Seminář se konal ve dnech 29. 9. až 3. 10. 1986 v italském městečku Udine, které je sídlem mezinárodního centra pro mechaniku. Přednášejícími byli přední světoví odborníci v oboru numerických metod, mezi jinými také profesor Brebbia a Wendland. Byla přednesena řada přednášek, zaměřených na využití metody konečných i hraničních prvků pro řešení různých problémů technické praxe. Pozornost byla věnována také spojení těchto dvou metod a odhadům chyb při tomto spojení vznikajících. Všichni přednášející dodali kopie svých přednášek, které jsou v SVÚSS k dispozici.

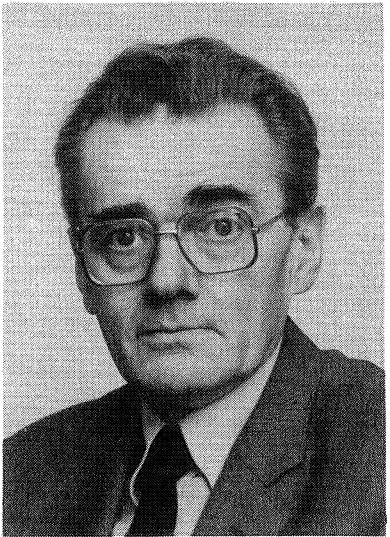
Mezi nejzajímavější patřilo využití multigridních metod pro řešení nelineárních problémů. V přednášce profesora Steina z Hannoverské univerzity byla podrobně popsána jejich koncepce a také jejich aplikace na diskretizaci konečných prvků. Zajímavé byly rovněž závěry diskusního večera, na nichž se shodli odborníci využívající jak metodu konečných prvků, tak metodu hraničních prvků. Z nich vyplynulo, že pro úlohy CAD a CAM je vhodnější metoda hraničních prvků, neboť poskytuje rychlý prostředek k získání požadovaných informací na základě nepoměrně jednoduššího zadání vstupních údajů a zejména umožňuje snadnou změnu tvaru oblasti řešení a tím i tvaru navrhované konstrukce.

Semináře se zúčastnilo okolo 80 účastníků z celého světa.

Ing. Jana Valchářová, CSc

KRONIKA

ING. LADISLAV BĚLOHLÁVEK, CSc., ŠEDESÁTNÍKEM



Dne 25. května letošního roku oslavil významné životní jubileum - 60 let - přední československý pracovník v oboru experimentální techniky Ing. Ladislav Bělohlávek, CSc., vedoucí výzkumného a zkušebního úseku v závodě ČKD KOMPRESORY. Celá jeho dosavadní životní dráha byla úzce spjata se strojírenským výzkumem, a to především v oblasti experimentu.

Vysokoškolské studium na strojní fakultě ČVUT ukončil v roce 1952. Již v průběhu studia působil jako asistent v oboru technické mechaniky. V r. 1956

jej však zlákala praxe a nastoupil proto do výzkumného oddělení závodu ČKD SOKOLOVO, kde pracoval pod vedením zkušeného odborníka s. Ing. Hůly. Výborné teoretické základy, získané v ústavu technické mechaniky doplnil praktickými zkušenostmi experimentálního výzkumu a brzy se stal zkušeným odborníkem v oboru aplikované mechaniky, především v oboru dynamických měření a tensometrie.

Vznik nového Kompressorového závodu v roce 1965 znamenal pro Ing. Bělohlávku výrazný mezník v jeho pracovní činnosti.

Stal se vedoucím oddělení měření a získané zkušenosti plně uplatnil při rozvoji moderní měřicí techniky. Pod jeho vedením byla v závodě ČKD KOMPRESORY uvedena do provozu automatická měřící ústředna - jedna z prvních v ČSSR. Její úspěšné nasazení

- 38 -

a zvládnutí náročných měření svědčily nejen o hlubokých odborných znalostech, ale i organizačních schopnostech s. Ing. Bělohlávka, CSc, to již ve funkci vedoucího Výzkumného ústavu kompresorů.

Následovaly však ještě náročnější úkoly. Bylo nutno zajistit měření velkých trubokompresorů a k úkolům výzkumného charakteru přibyly i organizační starosti. Ve funkci vedoucího výzkumného a zkušebního úseku mu bylo svěřeno nejen řízení výzkumu ale i řízení zakázkových zkušeben a závodové energetiky.

Za obětavou a vysoce fundovanou práci, jíž věnoval všechn svůj čas, se mu dostalo vysokého ocenění. V roce 1978 obdržel spolu s kolektivem titul "Laureát státní ceny Klementa Gottwalda" za významný podíl na vývoji velkých turbokompresorů, a v roce 1983 státní vyznamenání "Za zásluhy o výstavbu", kromě dalších podnikových a závodových vyznamenání. Za jeho významný podíl na zahraničních dodávkách mu bylo uděleno i sovětské vyznamenání "Nejlepší pracovník leteckého průmyslu".

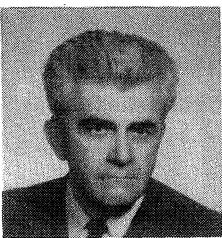
Významné životní jubileum, jakým bezesporu 60té narozeniny jsou, bývá důvodem k ohlédnutí se a zamýšlení nad vykonanou prací, nejen pro jubilanta samotného, ale i pro jeho spolupracovníky.

Vykonané práce bylo opravdu hodně. Stačí vzpomenout na skromné začátky měřicí techniky provozované v 50. letech a její současnou úroveň v závodě ČKD Kompressory. Na tom, že je dnes v závodě používána automatizovaná měřicí a vyhodnocovací technika špičkové světové úrovni, má zásluhu především náš jubilant. Spolu s růstem technické úrovně však vyrůstaly pod vedením soudruha Ing. Bělohlávka, CSc. i mladí techničtí pracovníci, kteří postupně zaujímali zodpovědná místa.

S. Ing. Bělohlávek poznal ve své práci význam a cenu aplikovaného i základního výzkumu a své znalosti a schopnosti proto plně využívá i při organizaci a řízení čs. vědy. Je členem hlavního výboru Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV, kde navíc zastupuje kolektivního člena Společnosti - ČKD Praha, závod Kompressory.

Blahopřejeme jubilantovi k jeho narozeninám jménem všech jeho přátel a přejeme mu pevné zdraví, životní štěstí a dobrou pozici, stejně tak jako uspokojení z dobře vykonané práce a její náležité ocenění.

- 39 - předsednictvo Společnosti



Rudolf Brepta se narodil 10. května 1922 v Praze, v rodině mostmistra, zaměstnance ČSD. Své mládí prožil na Slovensku v Trnavě, později v Bratislavě, kde v r. 1939 maturoval na reálce. V téže roce se zapsal na strojní fakultu ČVUT. Po uzavření vysokých škol se přihlásil do dvouletého abiturientského kurzu a po jeho absolvování do konce války pak pracoval jako kreslič, konstruktér a výpočtař u firmy Janka v Radotíně.

V r. 1948 dokončil studium na strojní fakultě ČVUT a zůstal zde jako asistent prof. Šrejtra na katedře mechaniky. Z počátku ho více zajímala kinematika, která vyhovovala jeho exaktnímu myšlení a zároveň mu dávala možnost využít hlubokých odborných znalostí a zcela mimořádné paměti.

V r. 1953 přešel na vysokou školu dopravní, kde v r. 1954 získal docenturu a stal se vedoucím katedry mechaniky a pružnosti. Zde se též do hloubky začal zabývat dynamikou, a to v tomto případě dynamikou diskrétních soustav.

V r. 1963 nastoupil do Ústavu termomechaniky ČSAV, kde se s nezměrným elánem a erudití začal věnovat dynamice pružných těles. Jeho původní práce z oborušíření napěťových vln, a zejména náročná analytická řešení praktických úloh, vedly k objasnění a kvantifikaci nových jevů. V r. 1968 shrnul výsledky téhoto prací a úspěšně je obhájil ve své doktorské disertační práci. Doktor Brepta však podstatně zasáhl i do vývoje numerických metod, kde se zaměřil na metodu konečných prvků, zejména na analýzu vedlejších účinků metody.

Přestože s Ústavem termomechaniky ČSAV je v úzkém pracovním kontaktu dodnes, uplynulých dvacet let jeho života bylo spojeno s ČVUT, kde působil v letech 1966 až 1978 jako vědecký pracovník na strojní fakultě, v letech 1978 až 1984 na fakultě jaderného a fyzikálního inženýrství (katedra materiálů). Kromě vědecké práce se věnoval i práci pedagogické, přednášel, vedl ročníkové a diplomní práce i práce vědeckých aspirantů. Nikdo z jeho žáků

nedostal od docenta Brepty nic zadarmo, přesto však všichni na jeho přísnost vděčně vzpomínají.

Neméně záslužná a značně široká je i jeho činnost publikací. Je autorem desítek odborných článků, zpracoval několik učebnic, skript a publikací vydaných v ČSAV. Je spoluautorem knihy "Šíření napěťových vln a rázy v tělesech". Jako dlouholetý člen České matice technické se aktivně podílel na vydávání řady technických průvodců - sám je spoluautorem průvodců z oboru mechaniky a kmitání. Jeho významný vědecký přínos ocenila ČSAV v roce 1982 udělením zlaté Křížíkovy plakety ČSAV za zásluhy v technických vědách.

Docent Brepta však není jen váženým vědcem a uznávaným učitelem. Je i výborným společníkem, který svojí neselhávající pamětí a bohaté životní zkušenosti umí s nevšedním vtipem ochotně dát do služeb ostatních, a to i mimo rámec odborných diskusí.

Jmérem jeho přátel, spolupracovníků a žáků přejeme doc. Breptovi hodně elánu do další práce a mnoho zdraví, životního optimismu a dobré pohody v osobním životě.

předsednictvo Společnosti

PROF. DR. ING. JOSEF BRILLA, D.Sc., DrSc.

ředitel Ústavu aplikované matematiky a výpočetní techniky UKo, předseda Slovenské společnosti pro mechaniku při SAV,

Významný čs. vědec prof. Dr. Ing. Josef Brilla, D.Sc., DrSc., oslavil dne 21. února 1987 šedesátiny v plném zdraví a svěžesti a činorodé práci.

Prof. Brilla ukončil v r. 1951 vysokoškolská studia na ČVUT jako stavební inženýr a poté nastoupil v Ústavu stavebních hmot a konstrukcí v Brně. V r. 1953 přešel do zakladajícího se Ústavu stavebnictva a architektury SAV v Bratislavě, kde působil do r. 1974. V letech 1964 až 1965 přednášel na Universitě v Adelaide (Austrálie), kde obhájil hodnost Doctor of Sciences v aplikované matematice.

Prof. Brilla externě působil na Universitě Komenského od r. 1969 a v r. 1974 byl ustanoven ředitelem Ústavu aplikované matematiky a výpočtové techniky. V r. 1975 byl jmenován řádným profesorem matematiky.

Vědecká činnost prof. Brilla je velmi široká a mezinárodně uznávaná. Rozpracoval původní teorii vazkopružnosti, formuloval konstitutivní rovnice pro anisotropní tělesa a rozšířil platnost věty Lechnického. Ve smyslu Laplaceovy transformace zobecnil variační principy a metody pro vazkopružné konstrukce. Tato řešení jsou přínosem pro metodu konečných a hraničních prvků. Významné je jeho řešení Signoriniho problému nekompatibility v nelineární teorii pružnosti. Prof. Brilla vytvořil tak originální matematické základy teorie lineární vazkopružnosti.



Významný je rovněž jeho přínos pro společenskou praxi, kde například v rámci spolupráce s Hydroconsultem v Bratislavě vypracoval náročné řešení vodních nádrží na pružném podkladu.

V roce 1971 byl členem kolektivu pracovníků ÚSTARCH SAV, kterým byla udělená Státní cena Klementa Gottwalda za práce v teorii izotropických a anizotropických plošných konstrukcí. Publikoval více jak 75 původních vědeckých prací doma a v zahraničí a 2 knižní publikace. Byl pozvaný přednášet na 45 univerzitách a na významných životních jubileích akad. V. Nowackého, akad. S. L. Soboleva a L. Collatze.

Je pravidelným účastníkem "Soveščanij" čs. a sovětských odborníků v parciálních a diferenciálních rovnicích a v r. 1986 dostal při příležitosti IX. zasedání Čestnou medaili, podobně dostal už v r. 1981 Čestný diplom ministerstva vysokých a odborných škol Arménské SSR za rozvoj spolupráce mezi Jerevanskou státní universitou a UK v Bratislavě. Byl 10krát hostem AV SSSR na základě pozvání akademika G. I. Marčuka.

Je zakladajícím členem Slovenské společnosti pro mechaniku při SAV, dlouholetým předsedou a vedoucím odborné skupiny sekce mechaniky tuhých těles zaměřené na stavební mechaniku. V r. 1981 byl zvolen za člena kongresového výboru IUTAM a jako první z ČSSR byl zvolen za člena EUROMECH. Je zakladajícím členem Mezinárodní společnosti pro interakci mechaniky a matematiky, je členem redakční rady Mechanics Research Communications a je zahraničním členem Polské společnosti pro teoretickou a aplikovanou mechaniku.

Prof. Brilla vyškolil mnoho odborníků v teoretické mechanice, numerické a matematické analýze. Je předsedou komise pro obhajoby doktorských dizertačních prací v oboru "Přibližné a numerické metody" a členem stejné komise pro vědní obor "Mechanika pevných a poddajných těles a prostředí". Je členem komise pro matematiku SAV.

Přejeme prof. Dr. Ing. Josefu Brillovi, D.Sc., DrSc. do dalších let pevné zdraví, osobní pohodu a řadu dalších úspěchů v jeho vědeckovýzkumné činnosti pro rozvoj čs. mechaniky a matematiky.

Předsednictvo čs. Společnosti pro mechaniku při ČSAV

Před osmdesáti lety, 14.března se v Radnicích na okr. Rokycany narodil v kantorské rodině druhý syn Zbyněk Jaňour. V r. 1926 vystudoval Reálné gymnázium v Rokycanech a odešel do Prahy studovat matematiku a fyziku na Přírodovědeckou fakultu Karlovy University.

Fakultu absolvoval dr.Jaňour v době vrcholící hospodářské krize, v r. 1931. Není proto divu, že teprve v r. 1933 získal dočasné místo výpomocného učitele na Měšťanské škole v Radnicích. K aerodynamice přivedlo dr. Jaňoura stipendium nadace Alexandra von Humboldta.

To mu umožnilo studovat u prof.

Ludwiga Prandtla ve školním roce 1934/35. V letech 1935 až 1942 byl profesorem na gymnasiích v Kyjově a v Českých Budějovicích. V roce 1942 byl nasazen k práci do leteckého výzkumného ústavu v Letňanech u Prahy - do dnešního Výzkumného a zkušebního ústavu (VZLÚ). Zde pracoval nepřetržitě až do r. 1978, kdy odešel do důchodu.

Výzkumná činnost dr. Jaňoura je spjata s aplikovaným výzkumem v leteckví a se základním výzkumem mezních vrstev a turbulentních proudění. Disertační práce (RNDr.), kterou obhájil na Karlově Universitě v r. 1946, "Odpor podélně obtékané desky při malých Reynoldsových číslech", byla v r. 1951 vydána jako NACA - Technical Memoranda - 1316. Dodnes tuto práci citují a její výsledky uvádějí autoři proslulých monografií. Pozornost předních aerodynamických laboratoří, které řešily problém zkrácení startu a přistání letadel (STOL) vzbudila publikace "Výsledky aerodynamického výzkumu řízení mezní vrstvy vyfukováním



na křídle a klapkách", vydaná v angličtině jako ARTI Rep.Z-9 v r. 1966. O dva roky později byla za tuto práci dr.Jaňouroví udělena vědecká hodnost doktora technických věd (DrSc.). Mezinárodní uznání se dostalo rovněž poznatkům o vývoji mezní vrstvy na profilu resp. křídle a jeho ovlivňování přechodem do turbulence a silně turbulentním nabíhajícím proudem, dále příspěvky ke zdokonalování experimentálních metod např.zviditelňováním proudu na povrchu prostorových těles, základní problémy měření anemometrem se žhaveným drátkem a vyšší approximace řešení mezních vrstev a vrstev míšení posouvající platnost známých teoretických řešení k nižším hodnotám Reynoldsova čísla.

Oprávněně je možno dr. Jaňoura považovat za průkopníka výzkumu turbulence a mezních vrstev v Československu. Vždyť jeho výběrové přednášky na Matematicko-fyzikální fakultě UK vyhledávali od r. 1953 nejen studenti fakulty, ale také studenti i absolventi ČVUT. Dr. Jaňour školil aspiranty, vedl diplomové a jiné práce, ale snad vůbec jeho největší zásluhou bylo vždy ochotné poskytování konsultací ke všem možným směrům mechaniky tekutin - s přátelskou ironií pomáhal samotným autům nacházet nedostatky a inspirovat je k novým nápadům.

Po odchodu do důchodu v r. 1978 se dr. Jaňour neomezil pouze na recenzní a konzultační činnost (tu poskytuje často i na úkor pobytu ve své oblíbené chatě ve Zvíkovci na Berounce). V r. 1983 vydal pozoruhodnou knihu "Molekulární teorie proudění plynů" (Academia), jejíž obsah výstižně charakterizuje podtitulek "Od kinetické teorie plynů k aerodynamice". Ze zpracování této knihy je zřejmá jasnost i přesnost myšlení, hloubka pochopení problematiky a pedagogické nadání i zkušenosti autora.

Za svou veřejnou i odbornou činnost obdržel dr. Jaňour čestná uznání a k sedmdesátinám Zlatou plaketu Františka Křížka.

Jmérem všech přátel, žáků a dřívějších spolupracovníků přejeme váženému jubilantovi RNDr. Zbyněku Jaňouroví, DrSc. pevné zdraví, životní pohodu a svěžest, aby i nadále svými podněty a kritikou přispíval k rozvoji československé aerodynamiky.

NEDOŽITÝCH 80 LET AKADEMIIKA JAROSLAVA KOŽEŠNÍKA

V letošním roce, 8. června, by se dožil 80 let význačný pracovník v oblasti mechaniky akademik Jaroslav Kožešník, který výrazně ovlivnil rozvoj československé vědy v poválečném období. Jeho záslužná činnost ve prospěch československé vědy byla přerušena zákeřnou smrtí v červnu 1985. Do konce svého života byl akademik Kožešník aktivně činný, za poslední léta vydal knihy "Kmitání mechanických soustav" (Academia 1979) a "Teorie podobnosti a modelování" (Academia 1983), které s jeho předchozími pracemi tvoří základní díla naší moderní mechaniky.

Za jeho vědeckou a pedagogickou práci, řídící činnost v nejvyšších stranických a státních orgánech, ÚV KSČ, Sněmovny lidu aj. a za zásluhy o rozvoj naší vědy se mu dostalo nejvyššího uznání u nás i v zahraničí. Byl zahraničním členem pěti akademí věd socialistických států v čele s Akademí věd SSSR, nositelem řádu práce, dvojnásobným laureátem státní ceny Klementa Gottwalda, nositelem titulu Hrdina socialistické práce, Řádu vítězného února a sovětského Řádu Rudého praporu práce.

K rozvoji československé vědy přispěl především jako dlouholetý předseda Československé akademie věd. Nemalé zásluhy má však také na výrazném rozvoji mechaniky jako vědní oblasti tvořící základ našeho strojírenského průmyslu. Aktivně se zúčastnil založení Československé společnosti pro mechaniku při ČSAV, kde od roku 1966 byl prvním předsedou, dále byl předsedou Čs. komité pro teorii strojů a mechanismů (IFTOMM), která zajišťuje vazbu Čs. společnosti pro mechaniku ČSAV na podobné zahraniční organizace, byl členem mezinárodní redakční rady společného časopisu akademí socialistických států "Úspěchy mechaniky".

Akademik Kožešník vychoval řadu vědeckých pracovníků, kteří v jím vytyčeném směru dále pokračují a kterým stejně jako ostatním čs. pracovníkům v mechanice je akademik Jaroslav Kožešník velkým a trvalým vzorem v aktivní a obětavé činnosti ve prospěch naší vědy a techniky.

člen korespondent ČSAV L. Püst

- 46 -

STÉ VÝROČÍ NAROZENÍ AKADEMIKA VÁCLAVA DAŠKA

Dne 18. února 1987 uplynulo sto let od narození jedné z nejvýznačnějších osobností v oboru stavební mechaniky, akademika Václava Daška. Narodil se ve Slavětíně u Nového Města nad Metují. Po maturitě na reálce v Náchodě studoval na ČVUT, obor stavebního inženýrství v Praze. Již na střední škole potvrzoval vynikající matematické nadání, což se projevovalo i v dalším studiu a i ve vědecké práci.

Po absolvování vysoké školy a praxi u několika podniků ve východních Čechách odchází v roce 1913 do Srbska. Zde pracoval na stavbách silnic a mostů až do roku 1916, kdy po okupaci Srbska přechází přes Albánii, Řecko a Francii do Ženevy, kde pracoval u Srbského červeného kříže.

Po válce se vrací do Jugoslávie a pracuje ve službách ministerstva staveb až do roku 1926. Během své činnosti v Jugoslávii podal a úspěšně obhájil na ČVUT svou doktorskou práci.

Po návratu z Jugoslávie pracoval v mostním odboru obce Pražské. Podílel se na výpočtech a realizaci řady pražských mostů (Jiráskův, Libeňský, most Barikádníků, most přes železnici u Prašného mostu a dalších).

Po habilitaci v roce 1928 byl jmenován v roce 1929 mimorádným profesorem Vysoké školy inženýrského stavitelství ČVUT a v roce 1934 byl ustanoven řádným profesorem pro obor statika, dynamika, stavební mechanika a betonové stavitelství. Od této doby - s výjimkou okupace - působil na této škole až do odchodu na odpočinek. Po vzniku kateder v roce 1950, byl jmenován vedoucím katedry stavební mechaniky.

Jeho vědecká práce byla oceněna řadou poct. Při vzniku Československé akademie věd se stal jedním z prvních akademiků a byl pověřen vedením teoretického oddělení UTAM.

V roce 1954 mu byla udělena státní cena Kl. Gottwalda 1. stupně, v roce 1957 stříbrná plaketa ČSAV "Za zásluhy o vědu a lidstvo" a zlatá plaketa ČSAV Fr. Křížíka. Posléze v roce 1957 bylo jeho dílo oceněno Řádem republiky. V roce 1958 odchází na odpočinek. Zemřel 12. srpna 1970.

Československá společnost pro mechaniku při ČSAV jmenovala v roce 1967 akademika Daška svým čestným členem.

- 47 -

Akademik Dašek v podstatě vybudoval teoretické oddělení UTAM, svou osobností ovlivnil i charakter vzniklé katedry stavební mechaniky na fakultě inženýrského stavitelství ČVUT Praha. Na obou pracovištích radou a citlivým vedením vychoval řadu pracovníků, kteří dnes v oblasti teorie výpočtů stavebních konstrukcí patří mezi přední odborníky.

Podrobné zhodnocení vědeckých prací akademika Daška bude uskutečněno v rámci slavnostního shromáždění na stavební fakultě a publikováno ve sborníku.

Ovšem nelze zde nepřipomenout některé tématické oblasti, ve kterých akademik Dašek skutečně předběhl světový vývoj stavebněmechanických věd.

Jsou to zejména práce o metodě prutových tensorů a elips deformačních, kde již v roce 1922 definoval prutový tensor, což je v podstatě prvá definice matice poddajnosti prutu a celá metoda je prvním využitím maticového počtu ve statice stavebních konstrukcí i když nazýval matematickou teorii jako teorii lineárních funkcí.

Jeho kniha "Výpočet roštů metodou harmonického zatížení", za kterou mu byla udělena státní cena, přináší zcela novou výpočtovou metodu, která má i rozsáhlejší aplikace nejen ve stavební mechanice, ale i v matematice.

Od prvních článků, publikovaných ve dvacátých letech, až po poslední knihu "Metoda rozdělování sil a momentů se zkrácenou iterací", každá z jeho prací přináší nové poznatky a zobecnění různých metod. Jako příklad je možno uvést zobecnění Crossovy metody. Dodnes se ve světové literatuře uvádí, že tato metoda nekonverguje při výpočtech soustav s posuvnými styčníky.

Dašek dokázal, že lze zajistit konvergenci iteračního výpočtového postupu pro jakoukoli konstrukci.

Lze bez nadsázky konstatovat, že Dašek svým smyslem pro zobecnění poznatků ve všech oblastech, ve kterých pracoval, dokázal dovést své myšlenky k prakticky využitelným závěrům a je tedy představitelem nejen naší, ale i světové moderní mechaniky.

Všichni, kdož ho znali, jeho žáci a spolupracovníci s úctou vzpomínají na tuto velkou osobnost a vzácného, skromného člověka.