



BULLETIN

ČESKÁ SPOLEČNOST
PRO MECHANIKU

3·2009

Česká společnost pro mechaniku

Asociovaný člen European Mechanics Society (EUROMECH)

Předseda Prof. Ing. Miloslav Okrouhlík, CSc.

Redakce časopisu Ing. Jiří Dobiáš, CSc.
Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
tel. 266 053 973, 266 053 214
fax 286 584 695
e-mail: jdobias@it.cas.cz

Jazyková korektura RNDr. Eva Hrubantová

Tajemnice sekretariátu Ing. Jitka Havlínová
Sekretariát Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
tel. 266 053 045, tel./fax 286 587 784
e-mail: csm@it.cas.cz

Domovská stránka <http://www.csm.cz>
IČO Společnosti 444766

Bulletin je určen členům České společnosti pro mechaniku.

Vydává Česká společnost pro mechaniku, Dolejškova 1402/5 , 182 00 Praha 8 - Libeň

Vychází: 3x ročně

Místo vydávání: Praha

Den vydání: 15. prosince 2009

ISSN 1211-2046

Evid. č. UVTEI 79 038

MK ČR E 13959

Tiskne: ČVUT Praha,
CTN – Česká technika,
Nakladatelství ČVUT,
Thákurova 1, 160 41 Praha 6

BULLETIN

3'09

ČESKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

OBSAH

V. Cyrus: Aerodynamické příčiny některých poruch strojních zařízení	2
J. Jinoch, S. Pták, J. Dobiáš: Dopisy ze Swansea.....	18
Kronika	26
Očekávané akce	31

CONTENTS

V. Cyrus: Aerodynamic Causes of Some Machine Failures	2
J. Jinoch, S. Pták, J. Dobiáš: Letters from Swansea.....	18
Chronicle	26
Prospective Events	31

Aerodynamické příčiny některých poruch strojních zařízení

Aerodynamic Causes of Some Machine Failures

Václav Cyrus

Summary *Three main aerodynamic causes of machines failures are described in the presented paper. A damage of the radial fan wheel occurred in the coal power station due to a surge. The stator blades failures (fractures and material shrinkage) were found in an axial compressor of the gas turbine where low caloric fuel, syngas, was used. Causes of this phenomenon were flow pulsations. Their origin is connected with the shedding of vortex structures from cascades at positive incidence angles. Dangerous vibrations of piping system were observed in compressor station for natural gas transport. The acoustic phenomenon, the gas oscillation in blind pipe branch, was responsible for it.*

1. Úvod

V posledních patnácti letech byla uvedena do provozu v české energetice nová zařízení pro spalování hnědého uhlí a paliv s nízkou výhřevností (energoplyn, biomasa, lignit). Zároveň byly vybudovány technologické jednotky pro odsíření spalin v uhelných elektrárnách a teplárnách. Rovněž rostla přeprava zemního plynu plynovody. Energetická zařízení jsou projektována na dobu provozu několik desítek let s řadou oprav. Ročně jsou v běhu průměrně 7000 – 8000 hodin. Po několika letech, kdy stroje

mají za sebou desítky tisíc provozních hodin, se často objevují poruchy některých dílů způsobující velké provozní škody. Autor tohoto článku se svými spolupracovníky byl přizván k řešení mnoha poruch nebo havarijních situací, jejichž příčiny měly původ v aerodynamických nestacionárních jevech. Šlo se o strojní zařízení s ventilátory a turbokompresory, jež byly propojeny potrubím s technologickými linkami. Poruchy dílů byly způsobeny únavou materiálu. Nestacionární proudění souvisela většinou s fyzikálními jevy popsanými v odborné literatuře. Ty se však často vyskytují v netypických podmínkách. Některé jevy nebyly v literatuře dosud popsány. Autor tohoto příspěvku by rád seznámil širší technickou a vědeckou veřejnost s některými základními poznatky a zkušenostmi získanými v této oblasti. Podrobnější specifikaci popisovaných jevů, včetně jejich matematických modelů, si čtenář může najít např. v referencích uvedených v dalším odstavci.

Při proudění plynů turbokompresory a ventilátory a potrubními systémy s napojenými technologickými celky lze rozlišit tři základní příčiny vzniku nebezpečného nestacionárního proudění:

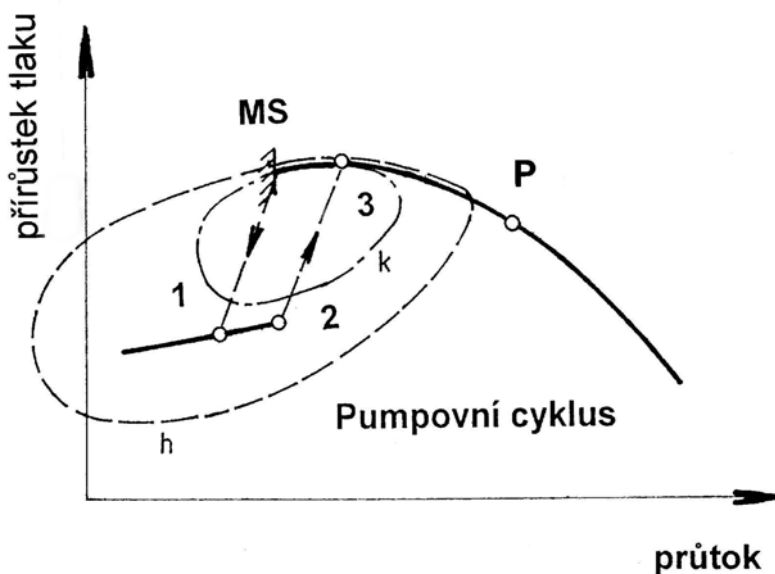
1. Jevy mající původ v proudění plynů lopatkovými systémy turbokompresorů a ventilátorů. Jedná se o pumpáž a rotující odtržení, viz Greitzer [1], Cumpsty [2], Moravec [3], Botros [4], Cyrus a kol. [5], Nácovská [6], Tondl [7].
2. Jevy při obtékání těles s odtržením proudu, kdy dochází k oddělování vírových systémů, viz Chang [8], Cyrus a kol. [9], [10].
3. Akustické jevy, kmitání plynu ve slepé odbočce potrubí – píšťale, viz Junkowski a kol. [11], Púst a kol. [12].

V dalším textu bude vybrán pro každou skupinu jevů charakteristický příklad z řady konkrétních případů řešených autorem a jeho týmem. Bude uveden základní mechanismus vzniku nestacionárního proudění. U případů poškození strojů bude popsána náprava.

2. Nestacionární proudění v turbokompresorech a ventilátorech

2.1 Základní poznatky

Jestliže se pohybuje provozní bod P turbokompresoru nebo ventilátoru ve směru klesajícího průtoku dopravovaného plynu podél stabilní charakteristiky (Obr. 1), pak po překročení meze stability MS přejde stroj nespojitě do stavu č.1. Zde se vyskytuje nestacionární proudění. Jestliže vznikne rotující odtržení, potom rotuje jedna nebo několik



Obr. 1

zón odtrženého proudu v rotujících nebo stojících elementech lopatkového stroje. Zmenšíme-li aerodynamický odpor sítě, do níž pracuje turbokompresor nebo ventilátor, vrátí se provozní bod na stabilní charakteristiku po křivce 1-2-3. Tento popis platí za předpokladu, že hodnota kritéria B dosahuje podkritické hodnoty $B < B_{kr}$. Parametr B ve zjednodušeném tvaru je úměrný obvodové rychlosti oběžného kola stroje u a odmocnině objemu V připojeného potrubí a nádob či prostorů technologického celku

$$B = konst u\sqrt{V}. \quad (1)$$

Jestliže veličina B má nadkritickou hodnotu $B > B_{kr}$, pak po překročení meze stability (MS na Obr. 1) nastane pumpáž, kdy pracovní bod turbokompresoru se pohybuje po doznění přechodových jevů po uzavřené trajektorii. V Obr. 1 je vyznačena čerchovanou, resp. čárkovanou čarou pro případ tzv. klasické (označení k), resp. hluboké pumpáže (označení h). U hluboké pumpáže v části pumpovního cyklu dochází ke zpětnému průtoku. Tvar trajektorie závisí do značné míry na hodnotě veličiny B . Konstantu B_{kr} lze stanovit teoreticky [1], [2] pouze ve zjednodušených případech zapojení osových kompresorů do potrubní sítě s nádobou ($B_{kr} = 0,8 - 1,2$).

Když se v lopatkovém stroji objeví rotující odtržení, tak vznikají pulzace proudu pouze ve stroji o hodnotě frekvence v rozsahu: $f_{RO} = (0,3 - 0,6) f_o$, kde f_o je otáčková frekvence. Pro běžné případy jde o desítky Hertzů. V případě pumpáže se objevují pulzace proudu nejen v lopatkovém stroji, ale i v celé potrubní soustavě. Rovněž se mění periodicky i výkon poháněcího motoru. Hodnota frekvence periodického děje je v rozsahu desetin až jednotek Hertzů.

V dnešní době je většina turbokompresorů vybavena antipumpážní regulací, jež nedovolí práci v nestabilním provozním režimu. Nestacionární proudění v turbokompresorech je doprovázeno vysokou intenzitou hluku, takže obsluha je o havarijní situaci informována. Tak tomu však není u ventilátorů. Změna hladiny hluku není výrazná při přechodu stroje do stavu s nestacionárním prouděním. Na příklad v hlučných podmínkách na elektrárně obsluha většinou nic nezaregistruje. Navíc v učebnicích a různých odborných příručkách o ventilátorech jsou zmínky o blíže nespecifikovaném nestabilním proudění při nízkých průtocích bez informace, že může způsobit havárii. Někteří výrobci u ventilátorů velkých rozměrů dodávají i indikátor pulzací tlaku pouze o frekvenci v rozsahu několika desítek Hz . Tento indikátor však v případě vzniku pumpáže nefunguje. Je totiž třeba uvážit, že v posledních dvaceti letech se zvýšila obvodová rychlost ventilátorů v energetice u většiny výrobců z hodnot $u = 90 - 110 \text{ m/s}$ až na hodnoty $u = 160 - 190 \text{ m/s}$. Tím náchylnost strojů ke vzniku pumpáže vzrostla vzhledem k ventilátorům starší konstrukce, jak plyne z rovnice (1).

Teoretická řešení pumpovního cyklu turbokompresorů jsou k dispozici pro jednodušší uspořádání potrubní soustavy, např. [1], [3], [4], [7], [13]. Avšak zatím je nutné použít zjednodušující předpoklady, které neodpovídají vždy skutečnosti, např. u nestacionární charakteristiky kompresoru.

2.2 Havárie odstředivého ventilátoru v důsledku pumpáže

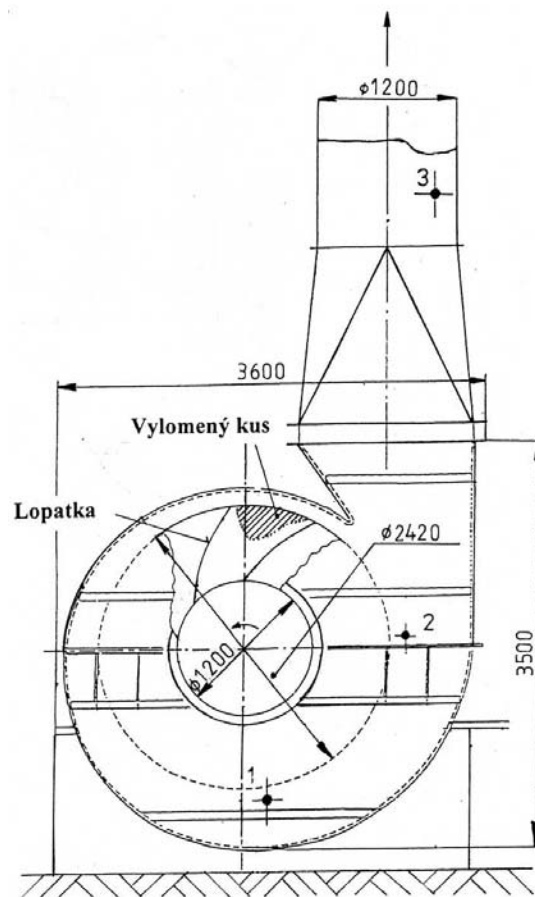
Při provozu odstředivého recirkulačního ventilátoru na fluidním kotli na elektrárně v Poříčí v severních Čechách došlo k havárii, kdy se vylomila část oběžného kola při vnějším průměru o hmotnosti 1 kg (Obr. 2). V důsledku nevyváženosti nastalo vytržení kotevních šroubů ložisek ze základu. Jednalo se o stroj firmy Howden - Sirocco s vnějším průměrem 2420 mm. Obvodová rychlost kola je relativně vysoká: $u = 190 \text{ m/s}$. K události došlo ke konci záruční doby celého zařízení. Obsluha zkoušela různé režimy chlazení popela a recirkulace spalin pomocí nastavení regulačních lopatek stroje a klapek v potrubí. Je třeba si uvědomit, že složitá nová zařízení, mezi něž fluidní kotel bezpochyby patří, nejsou většinou plně odzkoušena. Různé provozní režimy je nutné doladit podle konkrétních podmínek až na místě při zkušebním provozu.

Příčinu havárie bylo možné vystopovat ze záznamů kontrolního a regulačního systému kotle, kde jsou zaznamenány časové průběhy hlavních veličin po dobu jednoho roku. Byly identifikovány časové změny proudu poháněcího elektromotoru ventilátoru, jež se vyskytovaly po dobu cca tří měsíců před havárií.

Proto bylo podle záznamů provedeno měření opraveného ventilátoru pracujícího v nestabilním režimu. Byly instalovány speciální tlakové převodníky ve třech místech na ventilátoru (Obr. 2). Byly naměřeny nejvyšší hodnoty amplitudy tlaku: $A = 2,2 \text{ kPa}$ s frekvencí $f = 0,7 \text{ Hz}$. Stejnou hodnotu frekvence vykazovaly i časové změny proudu motoru. Byly pozorovány i jisté pulzace proudu spalin v kotli. Podle těchto znaků lze usuzovat na nestacionární proudění typu pumpáže klasického typu (Obr. 1). Vylomený kus krycího disku kola má tvar uzlové čáry vyššího tvaru kmitu, jak plyne z výsledků

dynamického vyšetřování oběžných kol odstředivých stupňů kompresorového typu. Došlo zřejmě k rezonanci. Lom disku kola nastal v důsledku únavy materiálu.

Na základě rozboru dosažených výsledků byl navržen postup zavírání klapek v potrubí recirkulace spalin spolu s natáčením regulačních lopatek stroje tak, aby nedošlo ke vzniku pumpáže. Indikace nestacionárního proudění byla provedena pomocí vyhodnocení derivace časového průběhu proudu elektromotoru. Dále byl ventilátor doplněn obtokovou potrubní smyčkou, jež umožní vyvedení stroje z nebezpečného provozu.



Obr. 2

2.3 Pumpáž osového ventilátoru

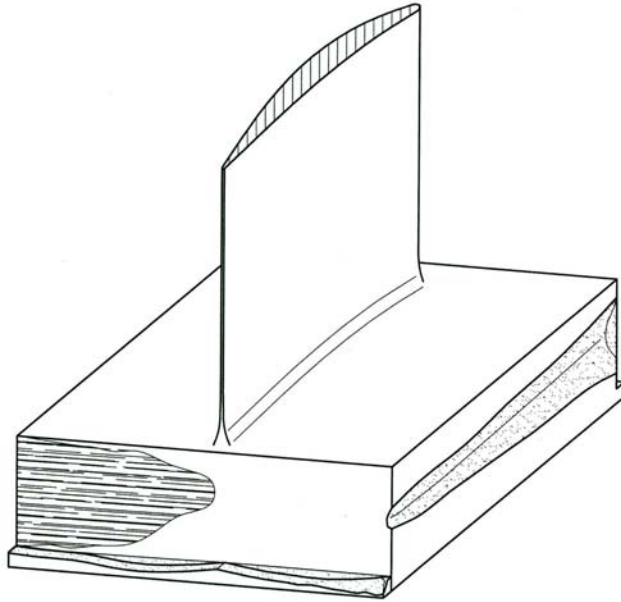
Na stejné elektrárně vzniklo nestacionární proudění v celém bloku a zejména v hlavním spalínovém osovém ventilátoru firmy Howden o vnějším průměru 2050 mm a obvodové rychlosti $u = 160 \text{ m/s}$. Autor příspěvku dostal k posouzení záznamy časových průběhů různých veličin charakterizujících činnost kotle s tím, aby objasnil příčinu podivného jevu, s jakým se technici na elektrárně ještě nikdy nesetkali. Z komína vycházely spaliny v obláčkách s časovou periodou 8 – 10 sekund, což odpovídá frekvenci 0,1 až 0,12 Hz. Tedy komín „bafal“ s frekvencí pumpáže. Proto směnový inženýr musel rychle odstavit celý blok, aby se zabránilo havárii. Z analýzy dat vyplynulo, že jde o klasickou pumpáž (Obr. 1). Bylo zjištěno, že vznik jevu souvisel s chybou obsluhy, jež pracovala s vyřazenou regulací průtoku ventilátoru.

3. Poškození spalovací turbíny při užití nízkokalorického paliva v důsledku odtržení proudu v průtokových kanálech s oddělováním vírových struktur

Na elektrárně ve Vřesové pracují dvě spalovací turbíny firmy Alstom, každá o výkonu 120 MW, v paroplynovém cyklu s parními turbínami PB Brno. Spaluje se energoplyn získaný zplyňováním hnědého uhlí, jež má třikrát nižší výhřevnost než zemní plyn. Spalovací turbína se skládá z osového kompresoru, spalovací komory a osových turbín. Byla navržena pro spalování zemního plynu. Po delším provozu na energoplyn se objevila únavová poškození statorových lopatek osového kompresoru a žeber na výstupu z osových turbín. Obdobné poruchy byly zjištěny i v zahraničí u některých spalovacích turbín tohoto typu pracujících s nízkokalorickým palivem.

3.1 Poškození statorových lopatek osového kompresoru

Poškození lopatek se objevila u posledních tří statorových řad 17stupňového osového kompresoru spalovací turbíny. Obrázek defektu patky lopatky je na Obr. 3. Poškození byla nalezena i v drážce v tělese skříně. Ve výjimečných případech došlo i k lomu listů lopatek. Patky statorových lopatek jsou nasunuty do drážek ve skříně, jež se skládá ze dvou dílů (Obr. 4). Lopatková síla vyvolává sílu F působící na patku. Patka první lopatky se opírá o dělicí rovinu, takže v místě I je upevnění lopatek v drážce velmi tuhé v důsledku velké výsledné přítláčné síly F . Naopak síla F v místě II je významně nižší. Dokonce se objevuje vůle mezi patkou a dělicí rovinou. V laboratorních podmínkách byly změřeny vlastní frekvence lopatek tří statorových řad s pomocí elektromagnetického budicího zařízení. Hodnoty 1. ohybové vlastní frekvence se pohybovaly v rozmezí $f_1 = 325 - 345 \text{ Hz}$. Dá se předpokládat, že hodnoty vlastní frekvence lopatek v místě I (Obr. 4) se rovnají hodnotám zjištěným v laboratoři. Zato v místě II jsou hodnoty v důsledku menší tuhosti upevnění lopatek nižší. Příčiny poruch lopatek bylo možné určit až z výsledků měření pulzací tlaku v kompresoru spalovací turbíny. Zkoušky byly proveditelné pouze po běžné opravě během najíždění a připojení na elektrickou síť [9]. Na skříně stroje byly měřeny časové průběhy statického tlaku v rovinách v otvorech pro měření radiálních vůlí u 1., 7. a 17. rotorové řady. V rovině za poslední řadou byly v otvorech pro boroskopickou kontrolu lopatek umístěny čtyři sondy celkového tlaku ve střední části kanálu. Sondy byly vybaveny vodním chlazením, aby teplota membrány převodníku tlaku nepřesáhla hodnotu $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Důvodem byly extrémní podmínky. Celková teplota t_c , resp. tlak p_c proudícího stlačeného vzduchu měly hodnotu $t_c = 350 \text{ }^\circ\text{C}$, resp. $p_c = 1,1 \text{ MPa}$ v návrhovém režimu.

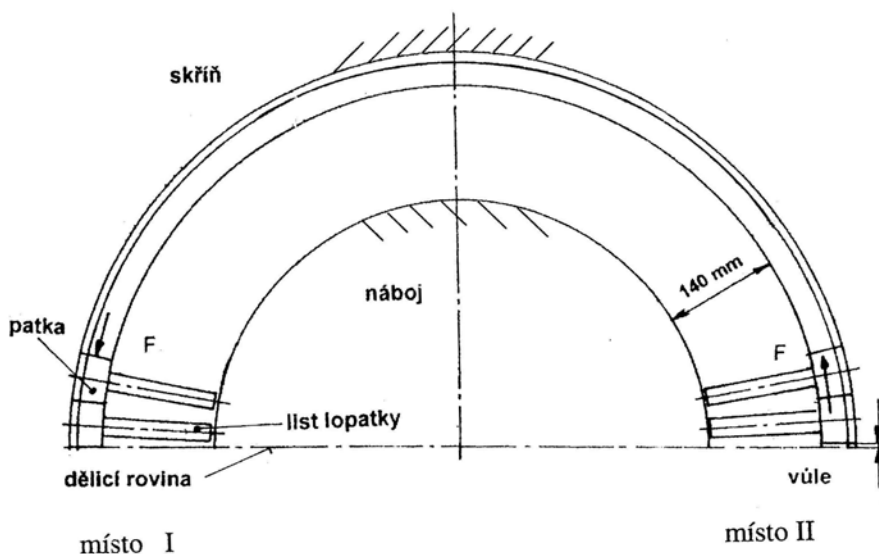


Obr. 3

Během zkoušek při najíždění spalovací turbíny se neobjevily pulzace tlaku odpovídající rotujícímu odtržení nebo pumpáži. Pulzace byly zjištěny až při běžném provozu s energoplynem jako palivem v rozsahu výkonu spalovací turbíny $P = 55$ až 105 MW . V důsledku nižší výhřevnosti energoplynu v porovnání se zemním plynem je pro potřebný tepelný výkon třeba větší průtok energoplynu do spalovací komory. Tím také protéká turbínou vyšší průtok spalin. To způsobuje, že provozní body kompresoru jsou posunuty blíže k mezi stability stroje v porovnání s případem zemního plynu jako paliva. Pak u posledních lopatkových řad vícestupňového kompresoru se vyskytují významně vyšší hodnoty úhlu náběhu mříží než návrhové. To je doprovázeno vznikem odtržení proudu na podtlakové straně profilu s oddělováním vírových systémů ve směru proudu. Výrazné pulzace tlaku jsou na frekvenci $f = 390 - 400 \text{ Hz}$. Amplituda tlaku A roste v rozsahu $A = 0,006$ až $0,013 \text{ MPa}$ s výkonem spalovací turbíny v rozmezí $P = 55$ až 105 MW . Hodnota frekvence zůstává prakticky konstantní ve sledovaném rozsahu. Zhoršování výhřevnosti paliva vyvolává růst úhlů náběhu mříží zadních stupňů. Tím amplitudy pulzací tlaku rostou.

Vlastní frekvence lopatek posledních tří satorových řad je blízko frekvence pulzací tlaku. U lopatek v místě *I* skříně stroje (Obr. 4) dochází občas k jejich lomu v důsledku možné rezonance. Zato v místě *II* rezonance nenastává, a proto dochází k opotřebení patky a drážky ve skříní úbytkem materiálu v důsledku vysokocyklické únavy (Obr. 3).

Vznik pulzací proudu v zadní části lopatkování kompresoru byl určitou záhadou. Pomohly nám až výsledky simulace proudění v systému rovinných lopatkových mříží s využitím komerčního programu Fluent. Byly provedeny ve spolupráci se ZČU v Plzni. Na Obr. 5 je schematicky znázorněna závislost ztrátového součinitele ζ na úhlu náběhu i u rovinné lopatkové mříže kompresoru. Je zakreslena poloha návrhového bodu *N* s minimálními ztrátami a bodu *O* s odtržením proudu na podtlakové straně v provozním bodu stroje v blízkosti hranice stability práce. V bodě *S* dochází k oddělování vírových struktur odtrženého proudu v podmínkách práce rovinné mříže v aerodynamickém tunelu. Avšak tento režim práce s vysokými úhly náběhu nemůže ve skutečném kompresoru nastat. V bodě *P* vzniklo odtržení proudu s periodickým oddělováním vírů za podmínek, kdy před satorovou řadou se pohybuje rotorová mříž jako v lopatkovém stroji. Pomocí rozboru výsledků simulace proudu se zjistilo, že vznik pulzací při nenávrhových provozních stavech stroje je podmíněn relativním pohybem rotorových a satorových



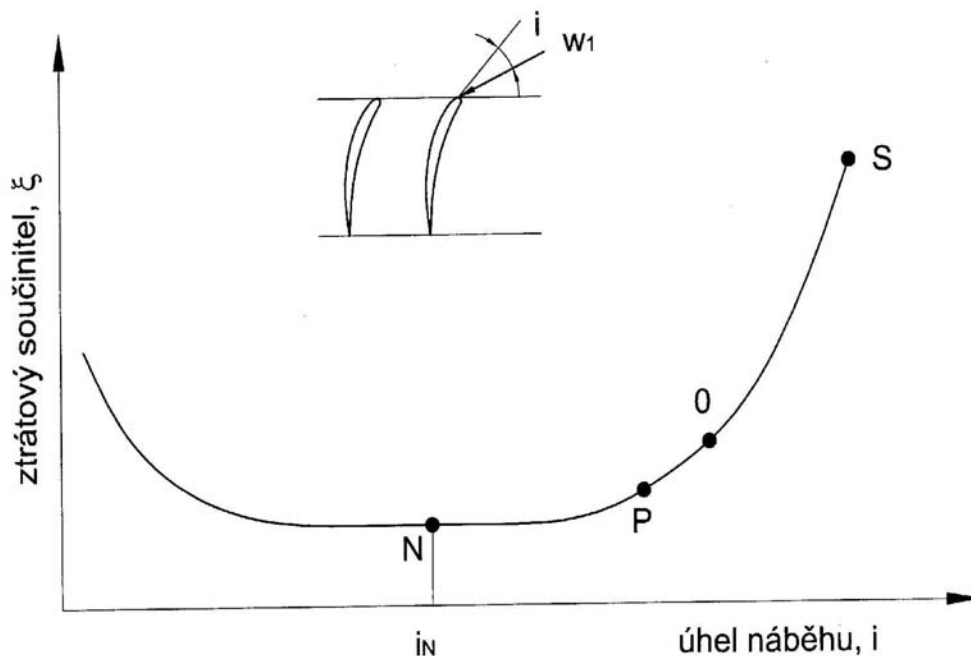
Obr. 4

mříží. Ve vstupní rovině mříží se mění totiž periodicky s časem všechny veličiny proudu (např. úhel, rychlost, tlak), a tím působí na mezní vrstvu na profilech lopatky. Byl sestaven mechanismus šíření pulzací proudu v mřížích podél osy stroje [10]. Iniaci pulzací může vyvolat i nerovnoměrnost proudu v ucpávkách na rotoru nebo odběr proudu vzduchu v kanále kompresoru pro chlazení turbínových lopatek. Výsledky simulace potvrdily kvalitativně naměřené údaje.

Pulzace proudu v zadní části kompresoru při užití nízkokalorického paliva nelze úplně odstranit. Lze však omezit jejich amplitudu kontrolou výhřevnosti paliva prostřednictvím přimíchávání zemního plynu. Dále byla realizována konstrukční úprava uchycení lopatek, jež omezuje poškození lopatek a skříně stroje.

3.2 Poškození žeber ve výstupní části turbíny

Při prohlídkách soustrojí během oprav byly také objeveny praskliny svarů, jež připevňují nosná profilovaná žebra ke skříně na výstupu z osově turbíny. Je to způsobeno obtékáním profilu žebra při práci soustrojí s nízkokalorickým palivem. Turbínou protéká totiž více plynu než při návrhovém stavu se zemním plynem, jak již bylo zmíněno v předchozím textu. Pak podle rychlostního trojúhelníku vychází nenulový úhel náběhu obtékaného žebra, při němž dochází k odtržení proudu. Při jeho vyšších hodnotách se oddělují vírové systémy, jež vyvolávají periodické síly. Ty způsobují únavu materiálu svarového spoje. Protože soustrojí musí pracovat jak se zemním plynem, tak s energoplynem, je možné stav zlepšit návrhem vhodnějšího tvaru profilu žebra a jeho přestavením k ose stroje.



Obr. 5

4. Kmitání plynu ve slepé odbočce potrubí plynovodu

V kompresních stanicích tranzitního plynovodu vznikají občas stavy, kdy kmitají potrubní systémy, jež jsou naplněny zemním plynem o tlaku přibližně 6 MPa. Na Slovensku, kde se přepravují dvojnásobné hodnoty průtoku plynu v porovnání s podmínkami v Čechách, je na potrubním dvoře stanice instalováno až 22 soustrojí spalovací turbína – turbodmychadlo. Při provozu se soustrojí zapojují podle momentálních požadavků na dopravu plynu. Na stanicích si technická obsluha vede záznamy, kdy dochází ke vzniku nebezpečných stavů a za jakých podmínek (zapojení jednotlivých turbodmychadel, jejich průtok a tlakový poměr a postup zapojování dmychadel do přepravy plynu). Autor příspěvku analyzoval tyto stavy pro potřeby kompresní stanice v Jabloňově.

V jednom případě nebylo možné podle záznamů vysvětlit vznik kmitání asi jedné čtvrtiny potrubního dvora. Mechanické důvody byly na základě rozborů dat vyloučeny.

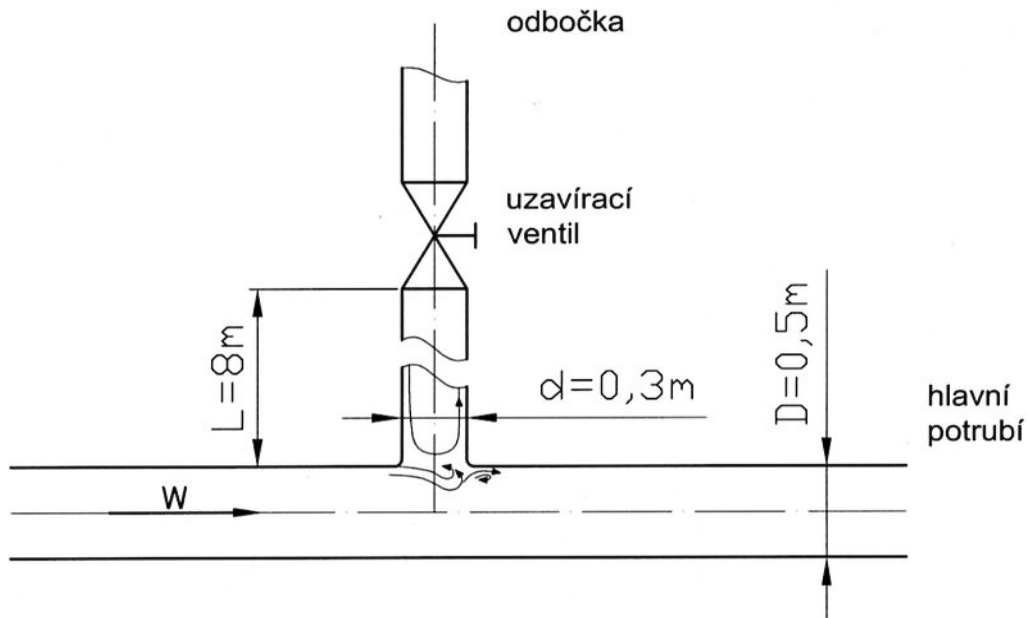
Proto bylo realizováno speciální měření, při němž bylo obnoveno původní uspořádání strojů včetně jejich pracovních podmínek, kdy došlo k nebezpečnému kmitání. Ukázala se reprodukovatelnost nastavení tohoto stavu. Kmitání úseků potrubí bylo na frekvenci 11,5 Hz. Amplitudy výchylek potrubí měly v jednom místě přibližně 3 – 5 mm. Tedy jev byl pozorovatelný pouhým okem. Turbodmychadla pracovala v dostatečné vzdálenosti od hranice stability. Po řadě úvah a analýze změřených dat bylo zjištěno, že jde o jev známý z akustiky – kmitání sloupce tekutiny v zaslepené trubce – píšťale.

Schéma části potrubního systému, kde došlo ke vzniku kmitání ve slepé odbočce je na Obr. 6. Jsou uvedeny rozměry hlavního potrubí, kde proudí plyn, a odbočky s uzavíracím ventilem. Při proudění tekutiny hlavním potrubím vznikají v místě spojení s odbočkou vírové systémy, jak je schématicky znázorněno na Obr. 6. Podobnostním kritériem tohoto nestacionárního periodického děje s frekvencí f je Strouhalovo číslo, definované

$$Sh = f d / w. \quad (2)$$

Jeho hodnota je u probíraného případu v rozmezí $Sh = 0,30 - 0,40$ viz např. [11], [12]. Vlastní frekvence sloupce tekutiny v píšťale je dána vztahem, který lze nalézt běžně v učebnicích fyziky, resp. akustiky:

$$f_n = k n c / (4L) \quad n = 1, 3, 5. \quad (3)$$



Obr. 6

c je rychlost zvuku plynu. Konstanta $k = 0,88 - 1,0$ koriguje teoretický vztah (3) podle výsledků experimentu. Dosadíme-li do vztahu (2) hodnotu rychlosti $w = 9,6 \text{ m/s}$, jež odpovídá známé hodnotě průtoku zemního plynu, dostaneme hledanou hodnotu budící frekvence v rozmezí $f = (9,6 - 12,8) \text{ Hz}$. Hodnota 1. vlastní frekvence pískaly podle (3) vychází $f_1 = 11,6$ až $13,4 \text{ Hz}$. Nastaly tedy podmínky rezonance. Souhlas výpočtu s experimentem je překvapivě dobrý.

Po objasnění tohoto případu našel autor v literatuře zmínky o havárii kompresní stanice v Holandsku v důsledku výše popsaného jevu.

5. Závěrečné poznámky

V blízké době lze počítat, že do provozu v české energetice budou postupně nasazována další nová technologická zařízení s progresivními parametry. Ta budou vybavena tak, aby co nejméně narušovala životní prostředí, tedy s filtry, odsiřovací jednotkou, popřípadě linkou pro odstraňování oxidů dusíku a uhlíku, tlumiči hluku apod.

Dlouhodobý provoz těchto zařízení bez poruch nebudou moci výrobci zcela zaručit. Proto provozovatelé se budou muset s touto situací vypořádat. Lze očekávat, že budou hledat technickou pomoc u akademických pracovišť a inženýrských firem. Přáním autora je, aby informace v tomto článku jim pomohly při řešení. Je třeba také zdůraznit, že některé jevy způsobující poruchy nejsou dosud plně objasněny. Je tu příležitost pro doktorandy a vědecké pracovníky, jež mají zájem o řešení praktických problémů.

Literatura

- [1] Greitzer E. M.: A Surge and Rotating Stall in Axial Compressors. Part I and II. Transaction of ASME, Journal of Engineering for Power, Vol. 98, pp. 197-217, 1976.
- [2] Cumpsty N. A.: Compressor Aerodynamics. Krieger Publishing House, Florida 2004.
- [3] Moravec Z.: Vliv potrubních systémů na stabilní práci radiálních kompresorů. Konference *Navrhování radiálních stupňů turbokompresorů*, DT Praha, Sborník str. 98, Praha, 1988.
- [4] Botros K. K.: Transient Phenomena in Compressor Stations during Surge. Transaction of ASME, Journal of Engineering for Gas Turbine and Power, Vol. 116, pp. 133-142, 1994.
- [5] Cyrus V., Šprinc M, Paroubek J. and Kynčl J.: Nonsteady Flows in Centrifugal Compressor Stages with Low Flow Coefficient. 1st European Conference on Tubomachinery. Proceedings – VDI Berichte 1186, p. 389, Erlangen, 1995.
- [6] Nácovská K.: Temperature Rise in the Multistage Axial Flow Compressor during Rotating Stall and Surge. ASME Paper No. 88-GT-323, 1988.
- [7] Tondl A.: On the Dynamics of a Compressor or Centrifugal Pump System. SVUSS Monographs and Memoranda No. 32, Praha 1981.

- [8] Chang P. K.: Separation of Flow. Pergamon Press , Oxford-London-Edinburgh, 1970.
- [9]. Cyrus V., Rehak K. and Najvar D.: Operational Experience of the Alstom Gas Turbine Compressor in the Gasification Combined Cycle Using Brown Coal in Vresova. Tagungsband II, Vortrag 31, XXXVI. Kraftwerktechnisches Kolloquium, Dresden, 2004.
- [10] Cyrus V. and Polansky J.: Numerical Simulation of the Flow Pulsations Origin in Cascades of the Rear Blade Rows in a Gas Turbine Axial Compressor Using Low Caloric Fuel. ASME Paper No. GT2008-50966, 2008. Přijato k publikaci v: Transaction of ASME, Journal of Turbomachinery, Vol. 131, No. 4, October, 2009.
- [11] Jungowski W. M., Botros K. K. and Studzinski W.: Cylindrical Side-branch as Tone Generator. Journal of Sound and Vibration ,Vol. 131, pp. 265-285, 1989.
- [12] Půst L., Cyrus V., Wurst P. a Šprinc M.: Nestacionární proudění v potrubním systému kompresorové stanice 25 MW. Výzkumná zpráva SVÚSS, 1992.
- [13] Moravec Z.: Výpočet některých charakteristik pumpáže. Výzkumná zpráva SVÚSS, 1992.

Dopisy ze Swansea

Letters from Swansea

Jindřich Jinoch, Svatopluk Pták, Jiří Dobiáš

Summary *The article consists of extracts from letters by J. Jinoch to S. Pták from the time when their author worked as a visiting scholar at the University College of Swansea in UK. The letters describe atmosphere at Swansea and his position there when the university was firmly in hands of O. C. Zienkiewicz.*

Úvod

V 1. čísle Bulletinu ČSM z letošního roku byl uveřejněn v rubrice Kronika nekrolog profesora Olgerda Cecila Zienkiewicze (OCZ), dlouholetého šéfa Department of Civil Engineering, který byl součástí University College of Swansea. OCZ zemřel 2. ledna 2009 a ve zmíněném nekrologu jsou uvedeny i některé životopisné detaily. První z autorů onoho nekrologu působil ve Swansea u prof. Zienkiewicze jako stážista od září 1976 do března 1977. Jeho pobyt byl financován organizací UNIDO. Během svého pobytu vedl čilou korespondenci s druhým autorem tohoto článku, který ho v té době zastupoval ve funkci vedoucího oddělení v tehdejší Státním výzkumném ústavu pro stavbu strojů (SVÚSS) v Běchovicích a jenž naštěstí dopisy nevyhodil, nýbrž pečlivě archivoval.

Domníváme se, že tyto dopisy jsou i dnes zajímavé přinejmenším ze dvou důvodů. Zaprvé vyjadřují pocity člověka zvyklého na život a poměry v totalitním režimu, který přišel do svobodné společnosti a zakouší na vlastní kůži realitu v tehdejší Británii. Zadruhé jsou bez příkras popsány vztahy a způsob práce na tamní univerzitě v druhé půli sedmdesátých let minulého století, kdy renomé univerzity dělal OCZ.

Zajímavé je také sledovat, jak se s přibývajícím zkušenostmi a poznáním vyvíjely názory autora dopisů. Je na čtenáři, aby posoudil, týkají-li se popisované zážitky a zkušenosti pouze tehdejší situace ve Swansea, anebo mají-li širší časovou i geografickou platnost.

Následují úryvky z několika nejzajímavějších dopisů. Text je jen minimálně redakčně upravován. Domníváme se, že dalších komentářů není třeba.

Úryvky z dopisů

Swansea, 7. 10. 1976

Všeobecně to tu stojí za houby. Vydržet se dá jen ve škole, ale tam ve 4 vypnou topení a je zima, chodím navlečený jak pumpa. Bydlím teď v soukromém penziónu. Mám takovou celu vhodnou pro životního ztroskotance týden před sebevraždou. Kladem je čistota, klid a výborná snídaně, anglická. Mám pořád rýmu, přestal jsem úplně kouřit. S penězi jakž takž vyjdu. Výlety žádné, pořád leje. Lidi jsou většinou příjemní. Indové jsou velice slušní a mnozí z nich velmi vzdělaní. Arabům vlezla do hlavy ta nafta, jsou hrozně suverénní, najímají si domy a jezdí v autech. Pracovní morálka zdejších je minimální, spíš se kultivovaně postává a mluví než dělá. Divil jsem se nepohodlí a nešikovnosti zařízení jejich kanceláří. Teď je mi to jasné, když nic nedělají, nepotřebují to. Jsou ovšem výjimky jako OCZ, ale ten je víc doma, ve škole jen příležitostně.

Ze začátku jsem myslel, že tu nic není, ale to byl omyl. Programy skutečně jsou dost volné, ale to je tím, že tady není hlavní věc dělat komerčně úspěšné programy a servisy, ale analyzovat problémy a navrhnout řešení. Za servis se tu považuje analýza. Program je udělán obyčejně z jedné vody načisto jen aby se vidělo, že to opravdu chodí, jak rychle, to je jedno, demonstruje se pro pár prvků. Na všechno se používá frontál¹. Úloha jako spočítat známým způsobem nějaké namáhání, to už se tu nedělá, to si

stavební firmy dělají samy, mají ostatně lepší počítačící možnosti. Systém FESS a FINESSE se nepoužívá, byl před cca 7 lety jakž takž na úrovni, dnes je ale zastaralý. Studoval jsem např. jeho tepelnou část. Jen rovinné prvky s 8 uzly, konstantní časový krok, jediná formule pro krokování, konstantní okrajové podmínky, tisk skoro bez úpravy jako účet v samoobsluze, jedno číslo na řádek. Autor FINESSE je Campbell. Odešel odtud do Corku v Irsku, ze Swansea tam jezdí parník 8 hodin. Měl jsem o těchto věcech dlouhou debatu s D. J. Naylorem, Ph.D., lekturerem a předním programistou. Pro zajímavost a ilustraci úrovně: v životě nepoužil overlaye, i když tuší, že jsou. Jejich heslo je „we are too lazy“, čímž odbývají drobnou piplačku a precizování. Tento styl je ale velice škodlivý, v ničem není pořádek, spousta práce zapadne. V knihovně CVFINELIB je řada programů vypracovaných studenty a stážisty (případně jinými vizitory prošetřšími touto promočenou končinou), od nichž není žádná dokumentace, nanejvýš nic neříkající obecný pokec. Aby někde byla pořádně popsána metoda nebo blokové schéma, to se neuvidí. Zatím se mi podařilo vytisknout: PLAST (program pro plasticitu s izoparametrickými prvky), ... Až toho bude víc, pošlu to v balíku. Poštovné je děsně drahé, balík 3 – 5 kg stojí 4,3 £, tak pošlu jen co aspoň trochu stojí za to. Ale nedělejte si iluze, mezi články a skutečností (programy) je propastná díra. Generace sítě se tu teď nepěštuje, nikdo o tom nic neví.

Chodím na přednášky OCZ o MKP. Je to jen 3 hod. týdně, říjen – prosinec, kurz pro MSc studenty, kteří jsou ale v menšině, většina auditoria jsou bloody foreigners, od Čecha až po Tchajvance. Žádné zkoušky, domácí cvičení ukládá jen těm klukům. Při přednášce se kouří, na tabuli zmatek, chvílema si plete křidu a doutník, ale je to zážitek. Rozdal nám oxeroxované 2 kapitoly ze své nové knihy (vyjde asi za rok), vykládá to velice srozumitelně a po inženýrsku. Je pyšný na to, že umí jednoduše odvodit, na co jiní tahají prostory a nevím co ještě. Má úžasnou schopnost orientovat se v libovolné oblasti, něco jako Babuška (zná ho, bavili jsme se). Podařilo se mi s ním navázat kontakt, takže na návštěvě v jeho vile jsem mu při whisce vyložil co chci dělat, on to vcelku přijal, měl pár velmi užitečných nápadů a šoupl mi svou poslední zprávu o novém způsobu

¹ Je míněna metoda řešení soustavy lineárních algebraických rovnic.

odvození obecné formule (time stepping scheme) pro nestacionární problémy pomocí Galerkina. Já jsem dál klidně pracoval na svém systému GFP (general field problem) a piloval jsem diagnostiku chyb ve vstupech. Po 3 týdnech mně po přednášce zastavil a povídá „Inžych, where are the results?“. Já na to, že brzo budou, tak v lednu, únoru. On se podivil co tak dlouho a bylo mi jasné, že jsem pochybil. Tou dobou jsem už poznal jejich styl práce, a proto jsem přes noc popadl ten FIELD2 a namontoval do něj ty jeho stepovací schemata, druhý den jsem to odladil a prezentoval, což vše napravilo. Pak jsem s ním 2 hodiny konferoval, sestavili jsme program pokusů na počítači a dal mi plno materiálu ke studiu, mj. i o lumpingu pro izoparametrické prvky, pro studium stability, atd. Taky jsem zavedl řeč na obecnou problematiku systémů a projevil o tom jistou informovanost, takže mně uvede k prof. Taylorovi (Berkeley), který je tu tč. na návštěvě a dělá na něčem novém v tomto oboru. Říká se mu Bob.

...

Jak jistě vidíte, mám zatím v poznatkách trochu guláš, ale věci krystalizují. Vypadá to, že s tím programováním našeho systému přestanu, neb je na to čas doma. Víc se dám na tahání rozumů z profesora a na sběr poznatků. To ale nikomu neříkejte, oficiálně pracuju na systému dál. Současný můj názor na systém formuluju v oficiálním dopise psaném na p. šéfa. Dále začínám mít dojem, že styl naší práce není správný. Chce to trochu z toho jejich tady. Sami jsme často říkali, že programovat se má jednoduše, žádné vymyšlenosti. To nikdo neohodnotí. Ale lepší je, když jsme schopni vrtnout se tu do izolátoru, tu do membránové stěny, tu do difúze legury, atd. Odbouráme servisy na řešení rutinních úloh, na ty se zákazníci musí zaučit sami. My jim jenom ze stavebnice slepíme na míru dělaný program. Sami budeme dělat jen takové práce, které by snesly publikaci v solidním časopise. Tady se např. dělá servis na rozbor poměrů okolo pilotu zaraženého do dna moře pod naftovou vrtací věží (už při tom zařvalo 32 potápěčů) když s tím viklají vlny při bouři nebo kry. Nebo co udělá přehrada při zemětřesení (dělá to ten Tchajvanec, měří asi 140 cm), a pod. Předpokládá to mít jakýs takýs fond subroutin, vyzkoušených a plně kompatibilních (to se dělá přes formální parametry, všechny styčné veličiny jsou v nich, v COMMONu je jen pracovní prostor) a účinný řešič soustav. O

frontálu je tu několik zpráv a existuje několik verzí. První verze Ironsova je považována za extrémně složitou, nepochopitelnou normálnímu člověku. Potom z toho udělali jednodušší verze, i pro nesouměrné matice, ale asi to bude všechno pomalé. Ve FINEPAKu je zvlášť jednoduchá verze. Uvažujte o změně linie a stylu, ještě neumím dobře říct co myslím.

...

Byl jsem na recepci pro cizí hosty na univerzitě, v pozvánce byla krásná věta „...there will be some wine and refreshments, for which there is no charge“. Pilo se francouzské víno, bylo to dobré. Ve středu je zas party od British Councilu a na 16.11. si považují rotariáni ze Swansea za čest pozvat Mr. Jinocha do svého středu. Občas nás východňáry někdo ze soucitu pozve na večeři, jinak klid. Čtu Timesy v klubovně sboru profesorů a nechávám se titulovat dr. Nemohli pochopit, že nejsem dr., když jsem do 35 let studoval. Ale jak to vidím, tak se průměrný CSc. tomu PhD vyrovná. Dále čtu Kingsley Amise a Jamese Thurbera, pošlu.

O B. M. Ironsovi se praví, že je to nepraktický matematik (absolvent Oxfordu), neumí prodat své nápady. Tak je asi prodával OCZ. Bylo z toho zle a on odešel do Calgary. Já teď odejdu do postele.

Zdar, Ji.

Swansea, 14. 10. 1976

Pánové,

píšu Vám skoro přesně měsíc po příjezdu do Swansea. To zdržení je dáno hlavně tím, že mi dost dlouho trvalo, než jsem se dokázal orientovat ve zdejších poměrech. První dojem nebyl nijak slavný a nebyl daleko od zklamání, což jsem dal asi zbytečně a ukvapeně najevo v prvních psaních p. šéfovi a do ČKD. Teď se mi to jeví jinak, ve zdejších neslavných poměrech se zázraky ani dělat nedají. Leč popořadě: Swansea

(welšsky Abertawe) se 175 000 obyvatel je staré, dost omšelé město. Dělá to dojem jako když v lázních vyschne pramen. Jediná prosperující instituce je University College of Swansea, část to University of Wales, jež má oddělení ještě na víc místech. College stojí a padá s OCZ, což jest osobnost jaká se hnedtak nevidí. Vedle něj je asi 8 lidí stálého osazenstva (Owen, Lewis, Naylor, Bettes, Hinton, Kelly, Noris) a mraky jepic motajících se tady jako já. Stroj ICL 1904S, vybavení horší než v ČKD, dost opotřebované. Pro G3² dohromady žádná makra, žádný software. Možnost (omezená) řešit velké kšefty dálkově (spojení přímé) na CDC 6600 v Manchestru, omezuje se na obchodní věci. Po krátké vstupní audienci 17. září u OCZ k večeru jsem si začal dělat co chci, což přijato s povděkem. Tuto neděli jsem byl u něj na večerní party, kdež jsem vedle whisky nasál i několik pěkných tipů pro tepelný systém. (Má krásný bungalow na kopci nad mořem v blízkém městečku Mumbles, 2 jachty, Forda, ženu, dceru a syna. Kontrast jeho bytu s bytovou kulturou ve Swansea a i jinde je otřesný.)

FESS a FINESSE se neosvědčily a nepoužívají se. Nikdo o tom nechce mluvit, decentně se to obchází. Nikoli bez zadostiučinění jsem zjistil, že tu dospěli k názoru, totožnému s naším, že velký automaticky pracující a univerzální systém je vhodný a možný tak pro USA, zatímco pro pracoviště chudé, špatně vybavené, ale s pestrými zájmy je lepší stavebnice subroutin, z níž se dá sestavit jakýkoliv program, šitý na daný problém. Zatím to mají na lineární pružnost, jmenuje se to FINEPAK. Dále je v užívání množina programů různé kvality. Příliš často se stává, že se ukáže, že to nechodí, nebo jen na nějaké školní zadání. Studoval jsem ten FINEPAK, programování velmi jednoduché, 2D pole, plno formálních parametrů, žádné posílání na disk, atd. Zato velmi promyšlený systém testů na vstupy, jak je u štítků nutné. Všude se užívá frontál.

...

Jinak je to srab a neštovice, draho, zima, smrad. Jen na univerzitě je to Ia, jsem tam do 9 večer, odcházím poslední. Dosud bydlím v pajzlu na břehu moře, ale už mám sjednáno něco lepšího, stěhuju se 28. 10., blíž ke škole. Tady je to zralé na štěnice. U nás jsem v něčem takovém ještě nebydlel, leda jak jsme se Svát'ou byli v Brně na tom

² Operační systém George 3 pro počítače ICL

školení o PL1, tak tohle je ještě horší. Ve škole žiju v mezinárodní komunitě (Tchajvan, Brunei, Kanada, Austrálie, Polsko, Irák, Alžír, Sýrie, Thajsko, Portugalsko – jsou to manželé, ultraleví komunisti, ale jsou tu na stipendiu od NATO), anglicky nikdo kloudně neumí, tak se toho asi moc nenaučím.

Swansea, 1. 1. 1977

Od posledního dopisu jsem byl pořád na pochodu. V první půli prosince jsem byl týden na Kurzu o únavě a trhlinách na Cranfield Institute of Technology. To je technika zaměřená převážně na letecké motory a letadla. Areál zjevně vojenský (za války to měla RAF), velké letiště. Bezvadné bydlení a jídlo, věda naprosto žádná, slaboučká nalejvárna z věcí známých před 10 lety. Dostal jsem desky s výtisky většiny přednášek, tak to uvidíte. Přitom mezi účastníky byli lidé od Rolls Royce, Fokkerů, Lavalů atd., bylo to trapné. Škola zřejmě potřebuje peníze, tak dělá školení. Nikdo z lidí nevěděl nic kloudného o MKP, ve všech továrnách se počítá postaru, např. promítali film od RR o lopatkách spalovacích turbín (nový), ve kterém byla popsána přesně ta stará metoda, co se u nás studovala před 6 lety, vypočte se rozložení teplot a napětí a pak se na zkušebním jednoduchém vzorku zjistí životnost. Zkrácení vývoje lopatky myslím ze 14 na 2 měsíce proti stavu, kdy se zkoušely skutečné lopatky.

Není to tu špatné, ale taky nic extra. Kolega Ind tvrdí, že Stanford je proti tomu pohádka, byl tam 6 měsíců a odtud hledí vypadnout co nejdřív to jde.

...

Tady nic nového není. Je tu Sahrabudin Ahmad z Dháky, možná přijede dr. Nayak (plasticita, creep), o němž se OCZ vyslovil, že takového pracanta ještě neviděl. Od Ahmada jsem se dověděl něco drbů o OCZ. Je zřejmé, že OCZ je geniální manager. Když se to tak vezme, tak většinu toho, čím Swansea proslulo, vymyslel Irons, Ahmad, Nayak, Owen, Hinton. OCZ to šikovně režíruje, řídí a prodává. Co umí, je věc vyložit a výborně napsat. Jeho nová kniha je něco, mám několik kapitol rukopisu, oxeroval jsem si je. Když tu někdo něco vymyslí, OCZ ho k sobě pozve do vily a při kafi či whisce sesumírují článek a on na to hned sežene kšefty. Tak to bylo i s Ahmadem, publikovali spolu co udělal. Argyris je prý ještě horší, arogantní c.k. Geheimregierungsrat. Ze svého týmu mluví jen s 8 – 10 lidmi, druzí od něj dostávají instrukce jen písemně a dřou 16 hodin denně, aby se udrželi. Bob Taylor je US ranař, hrozně rychlý a není mu vůbec rozumět. Jsem s ním ve sporu ohledně nového japonského time stepping schematu na nestacionární teplo. Jeho systém mně trochu zklamal, je to dost ledabylé, ale dá se z toho něco opsat. S ničím se n...e, jak je tu zvykem. Je proti frontálu, propaguje skyline method, to je Gauss s přihlédnutím ke skutečné šíři řádku. Teď to študuju.

Kronika

Chronicle

Prof. Fischer osmdesátníkem

Prof. Ing. Ondřej Fischer, DrSc. se narodil 5. listopadu v Praze, kde studoval na reálném gymnáziu (1940-48) a dále na tehdejší Vysoké škole inženýrského stavitelství ČVUT (1948-53). Vědeckou aspiranturu absolvoval tamtéž v letech 1954-57.

Byl zaměstnán jako asistent na katedře stavební mechaniky ČVUT (1951-61), dále pracoval jako projektant statik v n. p. Inženýrské a průmyslové stavby Praha (1962-64) a od roku 1964 je vědeckým pracovníkem Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, kde pracuje dosud jako vedoucí vědecký pracovník. Zúčastnil se mezinárodního kurzu seismického inženýrství na Polytechnice v Miláně a stáže v Experimentálním ústavu modelů a konstrukcí ISMES v Bergamu v Itálii v letech 1967-68.

Postupně získal tyto akademické a vědecké hodnosti : Inženýr (Ing.) na Stavební fakultě ČVUT Praha (1953), kandidát věd (CSc.) s dizertací *Příspěvek k řešení příčných kmitů válcových konstrukcí ve větru* tamtéž (1958), doktor věd (DrSc.) s dizertací *Dynamika stožárů*, ČSAV Praha (1988), profesor pro obor mechanika, ČVUT Praha (1992).

Ovládá cizí jazyky angličtinu, němčinu, italštinu a ruštinu. Je členem Inženýrské akademie od 1996. Byl národním reprezentantem v Evropské asociaci seismického inženýrství IASS (1981-2002). Dále je členem České společnosti pro mechaniku, kde pracuje v odborné skupině seismického a větrného inženýrství, jakož i Českého svazu stavebních inženýrů.

Prof. Fischer se zabývá výzkumem, konzultacemi a posudky z dynamiky stavebních konstrukcí, seismického a větrného inženýrství, základy strojů, technickou

seizmicitou, kmitáním štíhlých staveb ve větru a zmenšováním kmitů. V těchto oborech uveřejnil množství knih, publikací a znaleckých posudků.

Prof. Fischer je velmi oblíben u svých spolupracovníků kvůli své tiché povaze a serióznosti. Byl po několik období i členem vědecké rady ústavu.

K jeho osmdesátinám mu celá technická veřejnost přeje pevné zdraví a ještě mnoho publikací, znaleckých posudků a referátů na národních i mezinárodních konferencích.

Prof. L. Frýba

*

Profesor Jiří Šejnoha – 70 let

Je to téměř neuvěřitelné, ale významný český odborník v oboru mechaniky stavebních konstrukcí a materiálů profesor Jiří Šejnoha se letos na začátku srpna dožil sedmdesáti let. Jeho široké aktivity jsou jistě dostatečně známé, proto si dovolím připomenout pouze několik stěžejních údajů z jeho života.

Jiří Šejnoha se narodil v krkonošském podhůří v Nové Pace, v roce 1961 absolvoval Fakultu architektury a pozemního stavitelství ČVUT v Praze. Poté působil tři roky jako projektant v Pozemních stavbách a v Pražském projektovém ústavu. Na Fakultu stavební ČVUT v Praze nastoupil v roce 1964, profesorem mechaniky je od roku 1984, v letech 1987 – 1999 úspěšně vedl katedru stavební mechaniky. V letech 1998 – 2000 byl prorektorem ČVUT pro výstavbu, je členem Inženýrské akademie a nositelem řady ocenění.

Mám-li jubilanta představit několika výstižnými slovy, uvedu: vynikající učitel, vědec a inženýr. A právě proto před pěti lety ve věku, kdy mnozí již pomýšlejí na zasloužený odpočinek, úspěšně připravil návrh projektu výzkumu, na jehož základě vzniklo Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí CIDEAS. Výzkumné centrum spojuje kolem dvou set výzkumných pracovníků ze tří stavebních fakult v České republice (Praha, Brno, Ostrava) a z podnikového výzkumu ve velkých i středních stavebních společnostech. Díky své erudici Jiří Šejnoha s přehledem koordinuje výzkumné aktivity v oblasti nových materiálů, konstrukcí a technologií s ohledem na jejich trvanlivost a spolehlivost v rámci celého životního cyklu. Zároveň mu jeho noblesní, velkorysé chování a přirozená schopnost rozlišit důležitost problémů přináší zasloužený respekt všech členů centra. Zvláště zástupci z praxe oceňují jednoduchost, srozumitelnost a bezprostřední aplikovatelnost navrhovaných řešení.

Rád bych zmínil ještě jednu z aktivit Jiřího Šejnohy. Způsobem hodným následování se s nesmírnou péčí a obětavostí stará o své doktorandy. Poskytuje jim rady i pomocnou ruku, žádný problém pro něj není tak malý, aby odmítl se jím zabývat. Jak povzbudivé může být pro mladého člověka prohlášení významného profesora – bylo to zajímavé, jsem rád, že jsem se zase dozvěděl něco nového.

Milý Jiří, dovolu, abych Ti jménem všech Tvých studentů a kolegů, všech těch, kteří měli tu čest i radost s Tebou spolupracovat a mají Tě rádi, popřál všechno nejlepší v osobním životě i ve Tvém působení na fakultě. Přejeme Ti hodně zdraví, volného času a životní energie, aby ses mohl věnovat všemu, co Ti přináší radost.

Jiří Máca

*

Prof. Karel Kozel sedmdesátníkem

Na Štědrý den se zařadí mezi letošní početné jubilanty i prof. RNDr. Karel Kozel DrSc., který se dožívá v plném pracovním nasazení 70 let. Po absolvování Vysoké školy pedagogické se zaměřením matematika a fyzika začal v roce 1960 učit na gymnáziu v Sedlčanech. Ale již v roce 1964 nastoupil na katedru matematiky Fakulty strojní ČVUT, kde se pod vedením prof. Poláška zaměřil na numerickou matematiku a její aplikace v mechanice tekutin. Prof. Kozel získal v roce 1977 vědeckou hodnost CSc. a titul RNDr. na MFF UK a v roce 1991 vědeckou hodnost DrSc. Habilitoval se v roce 1988 na FS ČVUT a v roce 1991 byl jmenován profesorem a vedoucím ústavu technické matematiky, kterým byl až do roku 2004.

Nutnost ověřovat výsledky numerických simulací pomocí experimentálních dat jej vedla k těsné spolupráci s pracovníky Ústavu termomechaniky ČSAV, kde od roku 1969 pracuje na částečný úvazek. Spolupodílel se na vytvoření společného pracoviště ústavu a Fakulty strojní ČVUT v Praze, zaměřeného na matematické modelování proudění ve vnitřní a vnější aerodynamice. Zabývá se numerickým řešením proudění, vlastnostmi a analýzou numerických schémat, matematickými modely a jejich numerickou aproximací v různých technických úlohách. Nejprve se prof. Kozel věnoval metodám výpočtu nevazkého transonického proudění v lopatkových mřížích, zejména výpočtu vývoje rázových vln v rovinných turbinových i kompresorových mřížích. Vyvinul několik původních numerických metod řešení transonického proudění v mřížích a obtékání profilu. Během let rozšířil svůj záběr i na mezní vrstvu atmosféry, aeroelasticitu a biomechaniku.

V poslední době se zabývá se svými spolupracovníky zejména numerickým řešením Navierových-Stokesových rovnic s využitím moderních numerických schémat a jejich aplikace pro proudění ve vnější a vnitřní aerodynamice (lopatkové mříže, letecké profily i celá křídla, kanály a difuzory s různými změnami průřezu, impaktní proudění), proudění v mezní vrstvě atmosféry s uvažováním šíření exhalací a proudění

v biomechanice (rozvětvené kanály, bypasy), které slouží k ověřování matematických a fyzikálních modelů proudění. Významné jsou rovněž výsledky řešení interakce proudící tekutiny s obtékaným tělesem.

Prof. Kozel vždy prosazoval úzkou spolupráci numerických matematiků, teoretiků a experimentátorů, která jednak umožňuje řešení složitějších problémů a jednak rozšiřuje poznání všech zúčastněných. Postupně tak prof. Kozel vychoval skupinu mladších pracovníků, kteří úspěšně pokračují v samostatném řešení problémů mechaniky tekutin a uplatňují se na řadě domácích i zahraničních pracovišť. Doslova se dá říci, že vytvořil pražskou „školu“ numerického modelování v mechanice tekutin, která je dobře známá i za hranice republiky.

Byl řešitelem mnoha grantových projektů, podporovaných GA ČR, GA AV ČR, MPO a MŠMT. Rovněž se podílel na vedení projektů řešených v rámci programů EU (COST, Thematic Network). Jeho pracovní aktivita se přirozeně odráží v počtu publikovaných prací. Je autorem či spoluautorem více než 100 článků v odborných časopisech, 220 příspěvků ve sbornících konferencí a 16 monografií a skript.

Kromě vlastní odborné a pedagogické práce se prof. Kozel věnoval i vědecko-organizační práci. Významně přispěl ke zřízení ERCOFTAC Czech Pilot Centre v Ústavu termomechaniky. Je členem GAMM a EUROMECH Society a českým zástupcem ve správní radě von Kármán Institute for Fluid Dynamics v Rhode-Saint-Genèse, Belgie. Spolupracuje s celou řadou akademických i průmyslových pracovišť v tuzemsku (MFF UK, ÚT AV ČR, FJFI ČVUT, ZČU Plzeň, VZLÚ Letňany, Škoda Plzeň) a s mnoha univerzitami v zahraničí (Darmstadt, Dresden, Freiburg, Gent, Marseille, Paderborn, Stuttgart, Toulon, Zürich). Na univerzitě v Toulonu působí v rámci společného doktorského studia od roku 1996 každoročně jako hostující profesor.

I při svém pracovním nasazení prof. Kozel nežije pouze aplikovanou matematikou, ale najde si čas nejen na rodinu a přátele, ale i na relaxaci při tenisu. Do dalších let mu přejeme hodně zdraví, aby se mohl těšit z úspěchů svých i svých mladších kolegů.

Jaromír Příhoda