

**ASOCIACE
STROJNÍCH INŽENÝRŮ**



**První brněnská strojírna
Velká Bíteš, a. s.**

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

Motto:

*Každý by rád zlepšil svět a každý by to také dovedl, jenom kdyby
chtěl začít sám u sebe.*

K. H. Waggerl

OBSAH

<i>Ing. Václav Hák</i>		
Plastové potrubní systémy pro průmyslové technologie	3	
<i>Ing. Václav Konečný, CSc.</i>		
Diagram i-s spalín a vzduchu	11	
<i>Ing. Pavel Votruba</i>		
Výchozí koncepce pro zformování a zavedení osvědčení způsobilosti předvýrobní fáze podniku (pokračování z minulého čísla str. 30)	24	
<i>Prof. Ing. Štastný, DrSc.</i>		
Mezinárodní konference „Turbostroje, dynamika tekutin a termodynamika“	26	
<i>Ing. Václav Cyrus, DrSc.</i>		
Konference VDI o ventilátorech	27	
<i>Prof. Ing. Stanislav Holý, CSc.</i>		
Asociace inovačního podnikání České republiky	28	
ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI		
Seminář ke 100. výročí narození prof. Čermáka	31	
Usnesení z výroční valné hromady v klubu Česká Třebová	32	
Valná hromada České matice technické	33	
SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI	35	
<i>Ing. V. Tichý</i>	35	

Redakční rada

*Ing. Václav Cyrus, DrSc., Ing. Václav Daněk, CSc., Doc. Ing. Jirí Nožička, CSc.,
Ing. Josef Vondráček*

Plastové potrubní systémy, pro průmyslové technologie

Ing. Václav Hák, FIS CZ s r.o. Praha

Anotace:

Příspěvek poukazuje v obecné rovině na problematiku využití standardních potrubních plastů: PVC-U, PVC-C, ABS, PP, PE a PVDF při projektování a stavbě potrubních systémů pro průmyslové technologie. Vysvětluje jejich výhody a nevýhody a zdůrazňuje hluboký propad odborné nauky o stavbě potrubních systémů pro technologické aplikace v ČR v porovnání se situací v západní Evropě.

I. Obecně k projektování potrubních plastů

Hydraulická potrubní doprava je dominantní složkou všech procesních technologií bez ohledu na to, zda v konečné fázi získáme produkovaný fabrikát ve skupenství tuhém nebo kapalném. Potrubní systémy vymezující koridory potrubní přepravy slouží jako hlavní energetické tepny při objemové a prostorové manipulaci s kapalnými surovinami i tekutými produkty a představují hlavní část strojírenského řešení technologického zařízení staveb.

V chemickém, ropném, potravinářském a papírenském průmyslu, stejně jako ve vodárenství, galvanice, keramickém průmyslu a čištění odpadních vod představuje čerpání a navazující hydraulické procesy, včetně dávkování činidel podle celosvětových statistik 75-85% z celkové energetické potřeby elektrické energie na hotovém výrobku.

V moderním pohledu na tyto výrobní technologie, pod tlakem na zvyšování kvality, výrobní výkonnosti a energetických úspor, nemůže chybět snaha o racionalizaci potrubní přepravy souběžně s optimalizací čerpacích procesů, včetně využívání nových poznatků o projektovém řešení dálkově ovládaných automatizovaných potrubních tratí se zabudovanou měřicí a regulační technikou, jejíž komplexní funkce, potrubní režim a provozní stavy, včetně kvalitativních a kvantitativních analýz transportovaného média možno kdykoliv vizualizovat na řídicím počítači.

Vzhledem k tomu, že potrubní systém leží na energeticky pasivní straně procesu hydraulické potrubní přepravy a jeho parazitní energetická funkce ovlivňuje energetické bilance vedou moderní vědecké poznatky k technickému úsilí projektovat potrubní systém:

- s nejvyššími hodnotami provozních parametrů (Q, c, p, T, ...) v poměru k optimální exploataci, kterou určují inovační cykly výrobních technologií, jejichž délka se neustále zkracuje a činí dnes max. 8 - 10 let (jedná se tedy o podstatně kratší životnosti než u potrubních sítí hromadného zásobování obyvatelstva)
- s nejpříznivější odporovou křivkou, položenou co nejnižší; (tak lze docílit příznivou charakteristiku potrubí a volit nižší výkonovou řadu čerpadel)
- s optimálně řešeným systémem hradlování, který potlačuje četnost výskytu nestacionárních provozních stavů pomocí armatur s dálkovými pohony
- s detailně propracovanými průtokovými armaturami pro zabudování senzorů přístrojové instrumentace souběžně řešeného projektu měření a regulace
- z materiálů s hladkými povrchy, s co nejmenšími podélnými a příčnými mikrogeometrickými úchylnkami (tak lze volit vyšší rychlosti proudění, přecházet na vyšší průtoky, docílovat nízké třecí ztráty, volit menší potrubní dimenze)
- z materiálů chemicky rezistentních, chemicky odolnějších než konvenční nerezy, s povrchem, který eliminuje rizika zarůstání potrubí.

A právě aplikace plastových trub a plastové potrubní techniky při projektování a stavba plastových potrubních rozvodů, potrubních tratí a potrubních systémů pro účely průmyslové výroby umožňuje naplňovat těchto šest základních trendů vedoucích k příznivé provozní ekonomice, kterou implicitně

očekává každý investor uvažující o investicích do potrubní infrastruktury, jejíž současný provozní stav je určen nejen úrovní technického řešení z počátku 60. a 70. let, ale také intenzivní exploataci při omezených nákladech na údržbu a opravy v období poslední fáze reálného socialismu.

K základnímu dilema každého projektanta před zadáním potrubního projektu: „zda-li potrubní systém ocelový (litinový) nebo plastový?“ formuluje důležitá evropská zkušenost toto jednoznačné stanovisko:

- pro plastové potrubní rozvody se rozhodneme vždycky, pokud splňujeme tlakové a teplotní parametry vzhledem k požadované životnosti
- ocel a litinu volíme pouze z důvodů mechanického namáhání.
- plasty nejsou náhradou za kovy (ocel, litinu a měď), jsou jejich rovnocenným partnerem a jediným potrubním materiálem v případech, kde kovy svojí chemickou odolností nevyhovují.

Za mezní hodnoty plastů pro standardní aplikace považujeme tlakovou třídu PN 16 a teploty vždy nižší než 100° C, přičemž mezní hodnoty plastového potrubního systému limitují vždy armatury, nikoliv hladký trubní materiál.

Projektování plastů je rozdílné v porovnání s metodikou projektování oceli a litiny. Používání standardních potrubních plastů (PVC-U, PVC-C, ABS, PE-HD, PP, PVDF a PB) pro řešení průmyslových technologií má navíc tyto specifické odlišnosti v porovnání s běžnými vodárenskými projekty:

- z hlediska potrubní hydrauliky:
 - čerpáme převážně neneutonské kapaliny
 - pohybujeme se většinou v režimech laminárního proudění a přechodové oblasti v okolí kritického Reynoldsova čísla aquatických kapalin
 - často se mění Reynoldsovo číslo potrubního media podél potrubní cesty a tím se mění charakter proudění a způsob výpočtu hydraulických ztrát
- z hlediska fyzikálně chemického:
 - je zde vstupní riziko při výběru potrubního materiálu a těsnícího elastomeru pro

chemicky složité substance („mixy a komplexy“)

- přepočet základního bezpečnostního faktoru C pomocí opravných koeficientů f_{CR1} respektujících časový účinek a f_{CR5} respektujících tvorbu napěťových trhlin
- korozní procesy plastů při nepřesné volbě potrubního materiálu a jejich zvlášť nebezpečná progresivní forma koroze plastů pod napětím

K uvedeným dvěma odlišnostem přistupují ještě u každé výrobní technologie požadavky procesního režimu (gradients teplot, tlaků, koncentrací, stabilizace analytických hodnot pH/REDOX, C/R atd.).

Je tedy patrné, že správná aplikace plastové potrubní techniky není jednoduchá a lze očekávat od projektanta, který mimo uvedených problémů vykazuje detailní katalogové znalosti „svého výrobce“ a je navíc informován o přednostech a riziku při volbě a používání plastů, alespoň v rozsahu tohoto zkráceného:

Katalogu fyzikálně - technických argumentů:

A. Přednosti a výhody plastů:

1. nízký poměr technologické energie v kW na 1 tunu produkovaného výrobku (perspektivní materiály - hmoty budoucnosti, hmoty 3. tisíciletí)
2. vysoká chemická odolnost, nízký výluh (nesrovnatelné s ocelí a mědí)
3. odolnost proti korozi (není elektrochemická koroze a bludné proudy)
4. dokonale hladké vnitřní povrchy:
 - příznivá hydraulika, větší průtoky při menší dimenzi
 - nejmenší ztráty místní a ztráty třením ze všech potrubních materiálů
 - nejmenší energetická náročnost při potrubní přepravě
 - odolnost proti zarůstání a inkrustaci, stabilita hydraulické dimenze
5. vyhovující konstrukční pevnost a tuhost
6. pružnost materiálu:

- odolnost proti lomu (u některých plastů také ohybu)
- odolnost při opakovaném zamrznutí media uvnitř potrubí
- 7. houževnatost materiálu:
 - odolnost proti šíření trhlin
 - odolnost proti chvění a vibracím
- 8. abrazivní odolnost, otěruvzdornost:
 - při mechanické abrazi
 - při hydraulické abrazi
- 9. útlum zvuku, snížená hlučnost výrobních provozů, nižší nominální hodnoty hydrodynamického rázu (rychlost zvuku v plastech přibližně 600m/s)
- 10. rychlá, čistá, přesná a snadná montáž
- 11. dobrá obrobitelnost (nestandardní dílce lze vyrobit strojně)
- 12. dokonalá provozní těsnost smontovaných celků (u oceli dochází k roztěsnění)
- 13. nízká měrná hmotnost, snadná manipulace a skladování
- 14. nízká elektrická vodivost (plast je izolant)
- 15. nízká tepelná vodivost (nízký součinitel přestupu tepla)
- 16. transparence a opalescence (libovolný barevný design vyráběného plastu)
- 17. ekologická přijatelnost a recyklovatelnost při nízkých nákladech
- 18. nižší cena v porovnání s nerezovými materiály

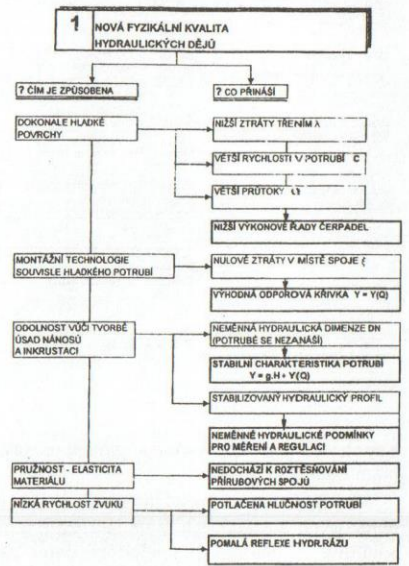
B. Rizika a nevýhody plastů:

1. relativně nižší hodnoty mechanických parametrů proti kováčím (nutnost montáže potrubí do podpěrných konstrukcí)
2. omezené nasazení při vyšším tlaku a teplotě (trubky a roury PN 25, armatury PN 16, T_{max} do 100°C)
3. velká tepelná roztažnost v porovnání s ocelí (nutnost kompenzovat vzniklé dilatace)
4. nízko položené pevnostní izotermy (tečení při nižších teplotách, pozor na tlakové rázy a dlouhé výtlaky)
5. zápalnost (omezená hořlavost), základem výroby jsou uhlovodíky

6. choulostivost vůči UV záření, gama záření, s výjimkou ABS (nutnost izolace při montáži do exteriéru)
7. tvorba elektrostatického náboje u nepolárních látek (líh, benzín, olej, ...)
8. není možná sanitace parou (horká voda, roztoky, turbinové kartáče)

II. Technická a komerční logika aplikace potrubních plastů

Předním světovým výrobcům plastové potrubní techniky se již před více než 10 lety podařilo zvrátit „tradiční filozofii“ projektantů preferujících při výběru potrubního materiálu kovy před plasty.



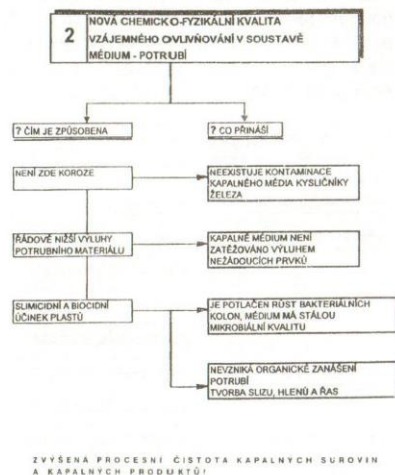
Obr. 1.

Dokladovali odborným rozбором výsledků z dlouholetých provozních zkoušek, ze svých laboratoří a zkušeben, že výhodnějším se jeví postup při výběru materiálu v tomto pořadí otázek:

- a) „Lze danou potrubní technologií řešit plasty?“ když ne, tak:
- b) „Z jakých ušlechtilých kovů (nerezová ocel, měď) budeme volit?“

Ukázalo se, že technická řešení s využitím plastů přináší uživateli dva zcela nové fenomény, které mimo frekventované zdůvodňování specifické chemické rezistence kovy přinést nemohou. Jsou to:

1. Nová fyzikální kvalita hydraulických dějů
2. Nová chemicko-fyzikální kvalita ovlivňování v soustavě médium - potrubí. Vnitřní logika tohoto tvrzení je v blokovém schéma na obr. 1. a obr. 2.



Obr. 2.

Když takto schematizovanou argumentaci dále promítneme na pozadí

krátkodobých okamžitých cen za montáž nerezových a měděných materiálů, za denní spotřebu el. energie a dlouhodobé ceny, za exploataci potrubní technologie, spolu s nástupem platnosti norem ISO řady 14 000, má aplikace plastů ve stavbě potrubí svoji technickou a komerční logiku, kterou dlouhodobá zkušenost v Evropě prověřila jako logiku úspor a zisků.

III. Standardní plasty pro stavbu potrubí

(charakteristiky jednotlivých materiálů PVC-U, PVC-C, ABS, PE, PP, PVDF)

PVC-U (neměkčený polyvinylchlorid)

je amorfni termoplast ze skupiny vinylchloridů vyrobený polymerizací monomerů získávaných z etylenu C_2H_4 a chloru Cl. Molekulární řetězce typu $(-CH_2 - CHCl)_n$ mají mechanické vlastnosti chemicky naprogramovány při výrobě. Je určen pro technologické zpracování lisostřikem a extruzí. PVC je recyklovatelný, ale ekologicky rizikový. Je to zatím nejrozšířenější plastická hmota pro stavbu potrubních rozvodů v rozmezí teplot 0-60°C. Dodavatelský sortiment je velice přehledný:

1. PVC (bez dalšího označení) - změkčované PVC obsahující plnidla a příměsy velkého množství, tzv. měkké PVC (např. Novodur, Slovinyl)
2. PVC-U, PVC-H, PVC-HARD tzv. tvrdé PVC bez změkčovadel a plnidel. Součet všech přísad: stabilizátorů, maziv, barviv, pigmentů a UV retarderů nepřesahuje 5%.

PVC-U koncernu GEORG FISCHER +GF+ vyráběné z nejkvalitnějších granulátů belgického petrochemického gigantu SOLVEY je při výrobě plastifikováno krátkými molekulami PP a proto vykazuje mezi všemi plasty pro průmyslové aplikace největší pevnost, konstrukční tuhost a houževnatost. Jeho MRS je 25, takže se jedná o PVC 250 (definice pojmu MRS je uvedena v dalším textu). Mezní hodnoty tohoto plastu jsou: 60°C/2,5 bar /25 let.

3. PVC-HI je modifikované PVC-U chemicky zušlechťované se zvýšeným intervalem prac. teplot (-20, +65)°C.

Pozor na PVC materiály dovážené z USA. Z hlediska taniých technických norem jsou jejich vlastnosti jiné než od evropských výrobců.

Z hlediska chemické rezistence je PVC-U určeno pro louhy, koncentrované kyseliny, výrobně snáší vysoké koncentrace H_2SO_4 (až do 98%). Nehodí se pro aromatické uhlovodíky. Je to ideální materiál pro vodárenství, čistírny odpadních vod a typický materiál pro potrubní přepravu tzv. „studené chemie“ uvnitř objektů.

PVC je citlivý na UV záření. Na venkovní instalace je nutný nátěr emisní akrylátovou

barvou, ještě lépe ochrana izolací Armstrong, GS-Ishover, Terwolline, atd.

PVC-C (chlorovaný polyvinylchlorid)

chlorované PVC-C je rovněž termoplastická hmota patřící do skupiny vinylchloridů. Vzniká působením chloru na základní hmotu PVC. Jeho výroba chlorací v tekutém roztoku byla vytlačena chlorováním práchu PVC při jeho vznosu ve fluidním loži.

Dotovaný chlor se váže na atomy uhlíku a vzniká přechlorované PVC obsahující 65-67 % Cl (tedy o 7% více než PVC-U).

PVC-C je neobyčejně hodnotný, konstrukčně tuhý a pevný materiál, s neobyčejnou chemickou odolností, který snáší trvalé tepelné zatížení 80 - 90 °C. Jeho MRS je vysoké a pohybuje se v rozmezí 16 až 20 takže lze psát PVC-C 160, PVC-C 200. Je citlivý na UV záření, ekologicky rizikový jako PVC-U, částečně recyklovatelný. Mezi renomované výrobce patří GEORG FISCHER +GF+, GIRPPI, FRIATEC a SAFI.

Všichni producenti dodržují nomenklaturu jeho označování: PVC-C, C-PVC, CPVC.

A nyní pozor!

PVC-C není stechiometrická sloučenina, není samostatné chemické individuum. Každý výrobce má jiný granulát (Lucalor, BF Goodrich, Temperite, Solvey), jinou technologii, s rozdílnými teplotními a tlakovými parametry a tak se pod tímto označením jednotlivé fabrikáty značně liší. Produkty různých výrobců mají rozdílné kvality.

Z tohoto důvodu je nutné při nákupu žádat:

- atest na lepidla a čisticidla pro daný materiál
- atest na spoje provedené lepením (vůbec nejdůležitější)

Spoje musí vykazovat chemickou homogenitu a mechanickou pevnost a toho dosáhneme pouze konzistentní technologií.

Svoji chemickou rezistencí a vysokou tepelnou stabilitou je tento plast určen pro tzv. horkou potrubní chemii. snáší všechny kyseliny vysokých koncentrací (H_2SO_4 K=100%), veškeré alkálie, sole a částečně i halogeny. Vykazuje nízkou odolnost proti aromatickým a chlorovaným

uhlovodíkům, aminům a ketonům. Výroba tvarovek a potrubních komponentů z PVC-C je daleko technologicky obtížnější než z PVC-U. I na tavenině z kvalitních materiálů lze při lisostřiku hodně pokazit.

ABS (akrylnitrilbutadienstyren)

relativně novou hmotu terpolymeru tvoří 3 hlavní komponenty mající v konečném produktu tento specifický účinek:

Akrylnitril	chemická stálost, chemická slepitelnost
Butadien	houževnatost, konstrukční tuhost, nízké teploty (4x větší vrubová houževnatost proti PVC-U)
Styren	pevnost, oteřuvzdornost, obrobiteľnosť, tvárnost

V podstatě se jedná o kaučuk kopolymerovaný styrenem. V základní tvrdé matrici akrylnitrilu jsou rozptýleny drobné částice styrenbutadienového kaučuku rozhodující o jeho mechanických parametrech, včetně schopnosti tlumit chvění a tlumit zvuk.

K jeho výrobě stačí jediná surovina - nafta. Energetická náročnost jeho výroby je nízká. Hlavními stavebními prvky jsou uhlík a vodík. ABS je ekologický, netoxický, recyklovatelný chemický jedinec neobsahující další příměsy.

Jako výrobek GEORG FISCHER +GF+ s cílovou aplikací pro kryogeniku, do kterého bylo vloženo úžasné know-how představuje dnes náhradu leštěných nerezů a mědi v procesních technologiích. K dnešním dnům nalézá použití v 68 průmyslových oblastech.

ABS se standardně vyrábí jako palcový a metrický program. Kompletní systém pro stavbu potrubí dodává pouze GEORG FISCHER +GF+.

Co je nutné vědět o dalších vlastnostech ABS:

- mimořádně pevný a houževnatý plast
- odolnost proti šíření trhlin (první trhliny při 100 bar)
- odolnost proti tlakovým rázům
- odolnost proti chvění a vibracím těžkých čerpadel
- oteřuvzdorný, odolnost proti oteřím

- mimořádně hladký povrch
- vodní výluh nejnižší ze všech potrubních materiálů (nižší než sklo)
- velký součinitel útlumu, tlumí zvuk
- mimořádně nízká tepelná vodivost, není nutná jeho izolace
- odolnost proti atmosferickým vlivům a UV záření, hodí se pro volnou montáž v technologickém exteriéru a lze galvanicky pokovovat

Z hlediska chemické rezistence se hodí pro sole a glykoly všeho druhu, solanky, suspenze, vlákninu a procesní technologickou vodu, je určen pro vysoké podnulové teploty. Není vhodný pro koncentrované kyseliny, silné alkálie, organická rozpouštědla, estery, ketony, aromatické uhlovodíky. Při aplikacích nad 60°C nutná konzultace s výrobcem.

PE - HD (vysokohustotní polyetylen - high density)

je to semikrystalický termoplast ze skupiny polyolefinů, jehož stavební prvky tvoří pouze vodík a uhlík a jeho molekulární řetězce jsou typu (-CH₂-CH₂). Je ekologicky nezávadný, recyklovatelný. Je to nejstarší, nejznámější a nejvíce používaný plast pro stavbu potrubních rozvodů a nelze říci, že jeho vývoj je ukončen.

A nyní pozor! V zásadě se setkáváme se dvěma druhy polyetylenů:

1. LDPE, PE-LD, rPE - nízkohustotní (0,92 g/cm³) rozvětvený měkký, vysokotlaký polyetylen vyráběný britskou technologií ICI z r. 1938. Ve státech EU je zakázán a je nutné aby i u nás z potrubářské praxe vymizel.

Spotřebitelé jsou navíc dezorientováni mnohočetným obchodním názvoslovím Bralen, Amfalen, Vestolen ... atd.

2. HDPE, PE-HD, IPE - vysokohustotní (0,98g/cm³) lineární, tvrdý, nízkotlaký polyetylen vyráběný technologií Phillips nebo Union Carbide.

V obchodním slangu jsou frekventované názvy Liten, Hostalen, CRP 100 a také Eltex Tub 121, 124, 125, Daplen atd.

Polyetyleny 2. skupiny prošly vývojem a na trhu se objevují s touto technicky správnou nomenklaturou:

PE I. generace PE-63 (nepoužívat, v EU - zákaz i pro jednoduché případy)

PE II. generace PE-80 (PN 16)

PE III. generace PE-100 (PN 25)

POZOR! PE-100 od různých výrobců není totožný.

Číslo udává tzv. hodnotu MRS (minimální požadované pevnosti) násobenou 10. Je to hodnota srovnávacího napětí, které v trubce způsobuje tlak vody při teplotě T=20°C, aniž by se po dobu 50 let objevilo jakékoliv porušení materiálu.

Dnes používáme výhradně PE-HD:

II. generace PE-80: pro tlakové rozvody pitné vody a plynu

III. generace PE-100: pro technologická potrubí s odolností vůči hydraulické erozi s rozšířeným intervalem teplot (-60,+80)°C.

3. Zvláštní druhy polyetylenů:

a. MDPE, PE-MD polyetylen středních hustot, zatím prochází posledními fázemi vývoje (obchodně není zaveden)

b. PEX, V-PE sítovaní polyetylen, nedá se lepit ani svařovat, sítováním se termoplastický olefin změnil na netavitelný termoset (obch. Pexan)

Z hlediska chemické rezistence se výborně hodí na kyselinu chlorovodíkovou do stáčení louhů a tam, kde nelze nasadit PVC-U. Vykazuje nízkou odolnost proti halogenům a oxidačním látkám.

PP (polypropylen)

- je to opět částečně krystalický (50 - 70 %) termoplast ze skupiny polyolefinů, jehož základní stavební jednotky jsou: vodík, uhlík a metanový radikál CH₃. Je konstrukčně tuhý a tvrdší než PE a má také vyšší pevnost, příznivá je relativně vysoká tepelná odolnost (až do 70° C). Je rovněž recyklovatelný a ekologicky bez rizika. Je to materiál mladý s velkou perspektivou.

Je nutné zdůraznit, že pro stavbu potrubí existují tři druhy dodávek (které odpovídají třem druhům polypropylenů s rozdílným chemickým složením) s nejvyšší hodnotou MRS 8:

1. PP-H, PPH, PP1 nebo PP typ 1 - tento je nejčastější - jedná se o homopolymer vyráběný

v modifikaci alfa PP-H a čistý krystalický polypropylen v modifikaci beta PP-H.

GEORG FISCHER +GF+ dodává pouze jehnozrnou krystalickou modifikaci beta PP-H, velmi pevnou, odolnou proti alkáliím a organickým kyselinám.

2. PP-B, PPB, PP2 nebo PP typ 2 - nevyhovuje při vyšších teplotách, je to blokový kopolymer obsahující malé procento alfaolefinů. Vykazuje houževnatost v oblasti nízkých teplot až do -20°C.

3. PP-R, PPR, PP RC, PP3 - nejperspektivnější typ PP je to statistický random kopolymer s vysokou tepelnou přetžitelností při vyhovujících mechanických vlastnostech, trvale snáší 80°C. Používá se na rozvody studené a horké vody v otopných soustavách.

Co je nutné hlídat u PP:

V jednotlivých skupinách jsou materiály obchodně pojmenovány jako Mosteny, Tatrely, Vestoleny, Hostaleny, Dapleny. Často dodavatelé neuvádějí podíl etylenové složky, která rozhoduje o fyzikálních a mechanických vlastnostech - kopolymeru. Každý PP dává jiné výsledky vyluhovacích testů. O hmotách PP a PE bychom vždy měli vědět, kdo je vyrábí a z čeho (odkud je granulát), a jaké jsou hodnoty jeho parametrů dle zavedené mezinárodní databanky měřitelných vlastností plastů s názvem CAMPUS.

Z hlediska chemické rezistence aplikujeme PP při čerpání louhů, kyselin, ředidel a tuků. Cílové určení silné alkálie. Není odolný vůči oxidačním činidlům, nesnáší plynný chlor ani chlorin sodný v malých koncentracích, pro polypropylen je velmi nebezpečný ozon a také organické peroxokyseliny. Velmi dobře snáší horkou vodu.

PVDF (polyvinilidenfluorid)

je to vysoce krystalický termoplastický fluoroplast ze skupiny teflonů. je to naprosto čistý polymer bez jakýchkoliv zbytkových částí monomerů. Neobsahuje žádná aditiva, stabilizátory, pigmenty ani jiné přísady. je fyziologicky inertní a vyznačuje se mimořádně nízkými hodnotami výluhů organických i anorganických látek. Jeho mez pevnosti je poměrně vysoká 54 N/mm² a svojí chemickou rezistencí a tepelným zatížením zaujímá mezi

materiály pro stavbu potrubí nezastupitelné místo. Jeho mezní hodnoty jsou 140° C / 3,5 bar / 25 let.

Tyto parametry spolu se zrcadlově hladkým povrchem a nízkým výluhem ho často staví nad všechny kovy a sklo. Tam, kde jsou vysoké nároky na procesní čistotu přepravovaných látek potrubím, nelze použít jiný materiál.

PVDF koncernu GEORG FISCHER +GF+ je vyráběno ve dvou kvalitách:

PVDF - standard

PVDF - HP (high purity)

Z hlediska chemické rezistence je tento materiál určen pro náročné aplikace ve farmacii, technologiích ultračisté vody a chemii.

IV. Současný stav oboru projektování potrubních plastů

Naši projektanti se zadáním náročných projektů průmyslových technologií, jejichž racionální a úspěšné řešení rozhodne o investiční náročnosti v řádu milionů a následně výrobní produkci v řádu miliard, jsou při aplikacích plastové potrubní techniky většinou odkázáni na obchodně - technickou propagandu dovozců a velmi často na jejich technicky scestné podklady, ve kterých chybí potřebné údaje.

Mimo toho obor stavby potrubí byl v minulosti zcela vytlačen na periferii strojírenského oboru a tím také zájmu technické veřejnosti. Hluboká propadla odborné úrovně tohoto oboru v České republice je ve srovnání se státy západní Evropy nedozírná.

Každý kdo řeší potrubní projekt složitější průmyslové technologie pomocí plastové potrubní techniky cítí, že zde mimo letitých zkušeností a seriózně organizovaného informačního pole chybí:

- ustálený pojmový aparát s vymezením definovaných pojmů
- normativní rámec projektování průmyslových technologií zvláště pak pomocí plastových potrubních materiálů
- základní encyklopedická, naučná, aplikační technická literatura (zdrojem informací jsou cizojazyčné manuály výrobců s čitelnou snahou o skrývání technického detailu)

- metodika postupů, modelové případy a ukázky řešení (dovozci udělují „knižecí rady“ pro případy, které sami neověřili, nabízí poradenství projektantům aniž sami projektovali)
- možnost oponentních řízení potrubních projektů s nezávislými odborníky
- a hlavně pak:

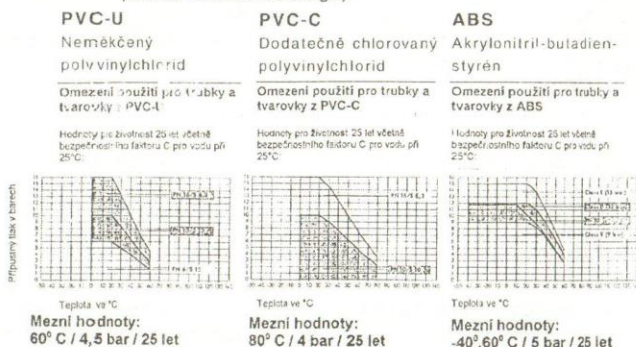
soustavná odborná nauka o stavbě (nejen plastových) potrubních systémů, měření analytických a hydraulických veličin v potrubí a regulaci hydraulických dějů, včetně automatizovaného řízení hydraulické potrubní dopravy rozpracovaná na středoškolské a vysokoškolské úrovni.

Invazi plastů do stavby potrubí v průmyslu již před 10 lety signalizovaly důležité evropské výstavy a veletrhy (jakoACHEMA, ISH, apod.). Také předloňský 19. MBV stanovil jako zvláštní obor průmyslové plasty, což se promítlo do problematiky doprovodných programů jako byla i konference o spojování a svařování plastů.

Řada zdařilých projektových záměrů plastové potrubní techniky z výrobních programů PVC-U, PVC-C, PE, PP, PB a PVDF včetně úspěšné montážní realizace v řadě průmyslových technologií naznačila, že tento obor stavby potrubních systémů má a bude mít svoji perspektivu i v České republice.

Plasty pro stavbu průmyslového potrubí

➤ spojované lepením a svařováním za studena (studené montážní technologie)



Plasty pro stavbu průmyslového potrubí

➤ spojované metodami svařování za tepla (tepelné montážní technologie)

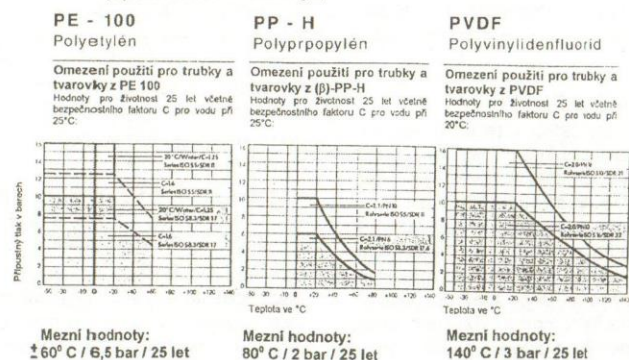


Diagram i-s spalin a vzduchu

Václav Konečný

Souhrn: Pro tlaky do 5 MPa a teploty 0 - 1700 °C je navržen postup pro výpočet měrné entalpie a měrné entropie spalin při hoření plynného paliva ve vlhkém vzduchu. Omezení tlakem 5 MPa znamená, že měrná entalpie závisí na teplotě a na chemickém složení směsi plynů a není vyjadřována jako funkce tlaku. V konkrétních výpočtech jsou spaliny brány jako směs stechiometrických spalin a vlhkého vzduchu. Spaliny jsou charakterizovány dvakrát čtyřmi konstantními součiniteli do teploty 1700 °C, je-li teplotní interval 0 - 1700 °C rozdělen na dva, nebo pěti součiniteli v celém rozsahu. Pro práci s i - s diagramem jsou vypracovány pomocné programy k výpočtu stavů plynu na izoentropě a pro stanovení hodnot veličin na pravé straně rovnice. S výhodou se použije i kapesní počítač typu HP 38G.

1. ÚVOD

Část názvu DIAGRAM i - s je poplatná běžné technické mluvě. Nejčastěji máme před očima nakreslené křivky v i-s diagramu vodní páry od Prof. J. Jüzy a v současné době od Prof. R. Mareše. Přitom příslušná pracoviště využívají především programů se složitými rovnicemi. U spalin si zjednodušíme poměry vzhledem k vodě a vodní páře v tom, že je budeme brát jako směs hodně přehřátých plynů, pro něž s vyhovující přesností platí rovnice stavu ideálního plynu. Zjednodušení umožňuje odvodit velmi jednoduché tvary rovnic pro měrnou entalpii a měrnou entropii:

$$i = a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 \quad (1.1)$$

$$s = b_0 \ln \frac{T}{T_0} + b_1 (T - T_0) + b_2 (T^2 - T_0^2) + b_3 (T^3 - T_0^3) - r \ln \frac{P}{P_0} \quad (1.2)$$

Vyhovují jak pro popis jevů v pecích a v parních generátorech, tak pro termodynamické výpočty plynových turbin. Dobře mohou posloužit i v oboru vzduchotechniky.

U spalin jsou však poměry zčásti nejen jednodušší než u vody a vodní páry, ale také principiálně složitější. V tepelném oběhu parní turbíny dochází ke změnám skupenství pracovní látky, avšak chemicky se jedná o stejnou látku. U plynové turbíny se začíná v tepelném oběhu vlhkým vzduchem v sání kompresoru, ve spalovací komoře je krajně složité pole koncentrací reagentů a inertů, v turbině je nejvyšší koncentrace stechiometrických spalin v prvním stupni a přívodem chladicího vzduchu nebo i vodní páry se chemické složení pracovní látky neustále mění. Jiným příkladem je ejektor pro odsávání plynných produktů z nějakého technologického procesu: z pece, ze zařízení na povrchovou úpravu materiálu a jiných. Je-li hnacím plynem v ejektoru vzduch, ve směšovací komoře jsou až na intenzitu chemických reakcí podobné jevy jako ve spalovací komoře plynové turbíny. Za směšovací komorou je již vyvinutá směs plynů. Její vlastnosti jsou jiné než jen vlastnosti plynných produktů v peci nebo jen vlastnosti vzduchu.

Diagram i-s platí, přesně vzato, vždy pro jednu pracovní látku. Pro jedno její chemické složení. Znamená to, že u plynové turbíny je jeden i-s diagram pro vzduch v kompresoru a potom neurčitě velký počet i-s diagramů pracovní látky od spalovací komory až do výfuku. Přiměřenost řešení závisí na zvoleném termodynamickém modelu expanze v turbině. V něm je možné reagovat na místní chemické složení pracovní látky v toku jejich změn v tepelném oběhu výpočtem součinitelů a_i , b_i jako charakteristik měrné entalpie a měrné entropie. Jak je výpočtový model schopen znázornit změny stavu pracovní látky i co do chemického složení, tak je možná i okamžitá odezva v novém i-s diagramu pracovní látky. Stručně řečeno,

navrhovaný způsob práce s i-s diagramem spalin dovoluje brát v úvahu jejich proměnnost nejen vlivem teploty ale i chemického složení.

Podnětem pro vypracování i-s diagramu spalin byl v roce 1993 zájem Prof. J. Škopka ze Západočeské univerzity v Plzni v souvislosti s diplomními pracemi na katedře energetických strojů a zařízení. Ze začátku se myslelo na tradiční použití grafické formy pro nějaké střední koncentrace složek směsi. Brzy se ukázala možnost plně automatizované práce s výpočetním modelem pro i a s doplněním několika pomocných programů. Dvěma z nich se určují stavy pracovní látky na známé izoentropě. Tlak, známe-li na izoentropě měrnou entalpii, nebo teplota a měrná entalpie, známe-li na izoentropě tlak. Další pomocný program určí teplotu plynu v rovnici (1.1), známe-li měrnou entalpii. V pomocných programech se používá Newtonovy iterační metody s poměrně dobrým odhadem hodnoty počítané veličiny na vstupu do iterace.

Způsob výpočtu termodynamických změn pracovní látky v tepelných strojích a zařízeních pomocí rovnic (1.1), (1.2) byl zvolen po zkušenostech s obvyklými výpočty s měrnými tepelnými kapacitami c_p, c_v a s izoentropickými součiniteli [11]. Nejistoty ve výpočtech s těmito veličinami vyústily v přímé používání i-s diagramu vzduchu a spalin. Po získání jistých návyků je tak možné doplnit znázorňování jevů, nejen v praxi tepelných turbin, o rozměr měrné entropie a tím o směr změny stavu. Z výpočtářské zkušenosti vyplývá, že rozsah možností ve využití i-s diagramu spalin a vzduchu lze charakterizovat rozsahem aplikací mezi chlazenou plynovou turbínou až takzvaným izotermickým prouděním vzduchu v přímém kruhovém potrubí.

Model i-s diagramu daný rovnicemi (1.1), (1.2) je jen jeden z mnoha možných. Součinitele a_i a jiné charakteristiky je možné volit co do počtu i co do kvality. Tím se myslí například různé způsoby numerických náhrad termofyzikálních vlastností plynů. Se změnou těchto náhrad se mění tvar rovnic pro i a s a nabízí se tvůrčí prostor zájemcům. Jestliže se použije model (1.1), (1.2) a teplotní interval 0-1700 °C se rozdělí na dva, 0-900 °C a 700-1700 °C, a stanoví se součinitele a_i samostatně, bez návaznosti obou teplotních intervalů, získává se základní model i-s diagramu. V okolí 800 °C vzniká nespojitost, která se u měrné entalpie prakticky nepoznává a u měrné entropie není závažná. Pro běžnou praxi je základní model podle názoru autora vyhovující. Nepřesnost základního modelu je možné nejsnadněji odstranit použitím pěti součinitelů v polynomu typu (1.1) pro celý teplotní interval od 0 °C do 1700 °C. Rozdělení na zmíněné dva teplotní intervaly má počáteční důvod ve snaze o přesnost polynomické náhrady. Dolní interval pokrývá oblast vzduchových kompresorů a asi velkého počtu různých pecí a výfuku plynových turbin včetně parního generátoru u paroplynových zařízení. Horní interval odpovídá především prvním stupňům plynových turbin a jevům při hoření, kdy se ještě nemusí hledět na disociaci plynů. A konkrétně teplota 1700 °C jako vstupní teplota spalin do prvního stupně turbíny dnes jen tu a tam proskočí v literatuře jako mimořádně náročný cíl experimentů.

2. KONSTRUKCE i-s DIAGRAMU

Použije se postup, s nímž se autor v základní formě poprvé seznámil na přednáškách z termodynamiky u Prof. J. Kalčíka v polovině padesátých let minulého století. První věta termodynamiky se tehdy psala ve tvaru $dq = du + pdv$, $dq = di - vdp$ a dnes $di = dq + vdp$ nebo snad $di = \delta q + \delta a_i$.

Z ní vyplývá, že

$$ds = \frac{dq}{T} = \frac{di}{T} - \frac{v}{T} dp \quad \text{a pro } pv = rT \text{ je } ds = \frac{di}{T} - r \frac{dp}{p} \quad (2.1)$$

Pomocí pojmu střední měrné tepelné kapacity plynu při stálém tlaku vyjádřené polynomem je

$$i = c_{pm} t \quad , \quad c_{pm} = \frac{1}{t} \int_0^t c_p dt = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad , \quad (2.2)$$

takže pro měrnou entalpii platí vztah

$$i = a_0 t + a_1 t^2 + a_2 t^3 + a_3 t^4 \quad , \quad (2.3)$$

Z rovnic (2.1) a (2.3) pro $t = T - T_0$ a pro

$$\frac{di}{T} = \frac{di}{dT} \frac{dT}{T} = \left[a_0 + 2a_1(T - T_0) + 3a_2(T - T_0)^2 + 4a_3(T - T_0)^3 \right] \cdot \frac{dT}{T}$$

se získává vztah pro přírůstek měrné entropie

$$s - s_0 = b_0 \ln \frac{T}{T_0} + b_1 (T - T_0) + b_2 (T^2 - T_0^2) + b_3 (T^3 - T_0^3) - r \ln \frac{p}{p_0} \quad , \quad (2.4)$$

$$s_0 = 0 \quad \text{při} \quad T_0 = 273.15 \text{ K} \quad , \quad p = p_0 \quad .$$

Součinitele a_i se určí z polynomické náhrady tabelovaných hodnot c_{pm} například z [1]. Pro součinitele b_i platí vztahy

$$b_0 = a_0 \quad , \quad b_1 = 2a_1 T_0 + 3a_2 T_0^2 - 4a_3 T_0^3 \quad , \quad b_2 = -\frac{1}{2}(3a_2 - 12a_1 T_0) \quad , \quad (2.5)$$

$$b_3 = 2a_1 - 6a_2 T_0 + 12a_3 T_0^2 \quad , \quad b_4 = \frac{1}{3} 4a_3 \quad .$$

2.1 SMĚS PLYNŮ

Zaměříme se přímo na spaliny zemního plynu. Jejich složkami je CO_2 , H_2O , N_2 , Ar a suchý vzduch. Odpovídající hmotnostní koncentrace jsou $w_{\text{CO}_2}, w_{\text{H}_2\text{O}}, w_{\text{N}_2}, w_{\text{Ar}}, w_{\text{VZ}}$. Střední měrné tepelné kapacity vyjádříme stejným tvarem polynomu jako v (2.2):

$$c_{pm}^{\text{CO}_2} = a_0^{\text{CO}_2} + a_1^{\text{CO}_2} t + a_2^{\text{CO}_2} t^2 + a_3^{\text{CO}_2} t^3 \quad , \quad c_{pm}^{\text{N}_2} = a_0^{\text{N}_2} + a_1^{\text{N}_2} t + a_2^{\text{N}_2} t^2 + a_3^{\text{N}_2} t^3 \quad , \quad (2.6)$$

$$c_{pm}^{\text{H}_2\text{O}} = a_0^{\text{H}_2\text{O}} + a_1^{\text{H}_2\text{O}} t + a_2^{\text{H}_2\text{O}} t^2 + a_3^{\text{H}_2\text{O}} t^3 \quad , \quad c_{pm}^{\text{Ar}} = a_0^{\text{Ar}} + a_1^{\text{Ar}} t + a_2^{\text{Ar}} t^2 + a_3^{\text{Ar}} t^3 \quad ,$$

$$c_{pm}^{\text{VZ}} = a_0^{\text{VZ}} + a_1^{\text{VZ}} t + a_2^{\text{VZ}} t^2 + a_3^{\text{VZ}} t^3 \quad .$$

Pro směs plynů platí

$$c_{pm}^{\text{SM}} = w_{\text{CO}_2} c_{pm}^{\text{CO}_2} + w_{\text{H}_2\text{O}} c_{pm}^{\text{H}_2\text{O}} + w_{\text{N}_2} c_{pm}^{\text{N}_2} + w_{\text{Ar}} c_{pm}^{\text{Ar}} + w_{\text{VZ}} c_{pm}^{\text{VZ}} \quad . \quad (2.7)$$

Po dosazení z (2.6) do (2.7) je střední měrná tepelná kapacita směsi-spalin

$$c_{pm}^{\text{SP}} = a_0^{\text{CO}_2} w_{\text{CO}_2} + a_0^{\text{H}_2\text{O}} w_{\text{H}_2\text{O}} + a_0^{\text{N}_2} w_{\text{N}_2} + a_0^{\text{Ar}} w_{\text{Ar}} + a_0^{\text{VZ}} w_{\text{VZ}} +$$

$$\left(a_1^{CO_2} w_{CO_2} + a_1^{H_2O} w_{H_2O} + a_1^{N_2} w_{N_2} + a_1^{IR} w_{IR} + a_1^{I_Z} w_{I_Z} \right) +$$

$$\left(a_2^{CO_2} w_{CO_2} + a_2^{H_2O} w_{H_2O} + a_2^{N_2} w_{N_2} + a_2^{IR} w_{IR} + a_2^{I_Z} w_{I_Z} \right)^2 +$$

$$\left(a_3^{CO_2} w_{CO_2} + a_3^{H_2O} w_{H_2O} + a_3^{N_2} w_{N_2} + a_3^{IR} w_{IR} + a_3^{I_Z} w_{I_Z} \right)^3$$

Z náhrady (2.8) formálně jednodušším vztahem

$$c_{pm}^{SP} = a_0^{SP} + a_1^{SP} t + a_2^{SP} t^2 + a_3^{SP} t^3 \quad (2.9)$$

a ze srovnání rovnic (2.9) a (2.8) vyplývají vztahy

$$a_0^{SP} = a_0^{CO_2} w_{CO_2} + a_0^{H_2O} w_{H_2O} + a_0^{N_2} w_{N_2} + a_0^{IR} w_{IR} + a_0^{I_Z} w_{I_Z} \quad (2.10)$$

$$a_1^{SP} = a_1^{CO_2} w_{CO_2} + a_1^{H_2O} w_{H_2O} + a_1^{N_2} w_{N_2} + a_1^{IR} w_{IR} + a_1^{I_Z} w_{I_Z}$$

$$a_2^{SP} = a_2^{CO_2} w_{CO_2} + a_2^{H_2O} w_{H_2O} + a_2^{N_2} w_{N_2} + a_2^{IR} w_{IR} + a_2^{I_Z} w_{I_Z}$$

$$a_3^{SP} = a_3^{CO_2} w_{CO_2} + a_3^{H_2O} w_{H_2O} + a_3^{N_2} w_{N_2} + a_3^{IR} w_{IR} + a_3^{I_Z} w_{I_Z}$$

Měrná entalpie spalin je potom

$$i_{SP} = c_{pm}^{SP} t = a_0^{SP} t + a_1^{SP} t^2 + a_2^{SP} t^3 + a_3^{SP} t^4 \quad (2.11)$$

Doplníme vztah pro měrnou plynovou konstantu spalin

$$r_{SP} = w_{CO_2} r_{CO_2} + w_{H_2O} r_{H_2O} + w_{N_2} r_{N_2} + w_{IR} r_{IR} + w_{I_Z} r_{I_Z} \quad (2.12)$$

nebo při dělení spalin na stechiometrické spaliny a nespotřebovaný vlhký vzduch při hoření

$$r_{SP} = w_{SSP} r_{SSP} + w_{I_Z} r_{I_Z} \quad (2.13)$$

a měrná entropie spalin je dána rovnicí

$$s_{SP} = b_0^{SP} \ln \frac{T}{T_0} + b_1^{SP} (T - T_0) + b_2^{SP} (T^2 - T_0^2) + b_3^{SP} (T^3 - T_0^3) - r_{SP} \ln \frac{p}{p_0} \quad (2.14)$$

Podobně jako v soustavě (2.5) jsou součinitele

$$b_0^{SP} = a_0^{SP} - 2a_1^{SP} T_0 + 3a_2^{SP} T_0^2 - 4a_3^{SP} T_0^3, \quad b_1^{SP} = \frac{1}{2} (3a_2^{SP} - 12a_3^{SP} T_0) \quad (2.15)$$

$$b_2^{SP} = 2a_1^{SP} - 6a_2^{SP} T_0 + 12a_3^{SP} T_0^2, \quad b_3^{SP} = \frac{1}{3} 4a_3^{SP}$$

Diagram i-s je možné zhotovit vždy jen pro konkrétní chemické složení spalin nebo směsi.

Známe-li tedy součinitele $a_0^{SP}, \dots, a_3^{SP}$, jednotlivé izobary se určí pomocí rovnic pro měrnou entalpii (2.11) a měrnou entropii (2.14).

2.2 Diagram i - s s pěti součiniteli a_i

V rovnici (2.2) se přidá ještě jeden sčítanec do tvaru

$$c_{pm} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 \quad (2.16)$$

Tato náhrada umožňuje konstrukci i-s digramu mezi teplotami 0 - 1700 °C s jedinou skupinou konstantních součinitelů a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 , jestliže má plyn v celém teplotním rozsahu stejné chemické složení. Příkladem může být vzduch se stejnou vlhkostí, avšak v závislosti na teplotě s proměnnou relativní vlhkostí. Hlavní výhodou (2.16) je spojitost vypočítaných termodynamických parametrů pracovní látky v celém rozsahu teplot 0-1700 °C.

Měrná entalpie a měrná entropie se vyjádří rovnicemi

$$i = a_0 t + a_1 t^2 + a_2 t^3 + a_3 t^4 + a_4 t^5 \quad (2.17)$$

$$s = b_0 \ln \frac{T}{T_0} + b_1 (T - T_0) + b_2 (T^2 - T_0^2) + b_3 (T^3 - T_0^3) + b_4 (T^4 - T_0^4) \quad (2.18)$$

Součinitele b_i se vypočítají z rovnic

$$b_0 = a_0 - 2a_1 T_0 + 3a_2 T_0^2 - 4a_3 T_0^3 + 5a_4 T_0^4, \quad b_1 = \frac{1}{3} (4a_3 - 20a_4 T_0) \quad (2.19)$$

$$b_2 = 2a_1 - 6a_2 T_0 + 12a_3 T_0^2 - 20a_4 T_0^3, \quad b_3 = \frac{1}{4} 5a_4$$

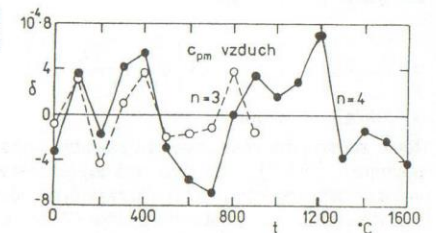
$$b_4 = \frac{1}{2} (3a_2 - 12a_3 T_0 + 30a_4 T_0^2)$$

Příkladem pro použití rovnic (2.17), (2.18) jsou termodynamické výpočty v oboru plynových turbín nebo i parních generátorů. Hodně úloh však lze řešit v teplotním rozmezí 0 - 900 °C a tam je rozumnější použít diagram i-s s jednoduššími rovnicemi (2.3), (2.4)

Přehled o relativní odchylce náhrady c_{pm} od tabelovaných hodnot c_{pm}^R v [1] pro suchý vzduch, CO₂, H₂O, N₂ dává obr. 2.1 a obr. 2.2.

Obr. 2.1 Relativní odchylka náhrady od c_{pm}^R [1] pro suchý vzduch polynomem třetího stupně do 900 °C a čtvrtého stupně do 1600 °C.

$$\delta = \frac{(c_{pm} - c_{pm}^R)}{c_{pm}^R} \cdot c_{pm} \quad \text{z (2.2), (2.16)}$$



Obr. 2.2 Relativní odchylka náhrady od c_{pm}^R [1] polynomm třetího stupně do 900 °C a polynomm čtvrtého stupně do 1600 °C

$$\delta = (c_{pm} - c_{pm}^R) / c_{pm}^R \quad (2.2), (2.16)$$

Relativní odchylky jsou pro oba polynomy téhož řádu. Hodnoty c_{pm}^R v [1] jsou řádu jednotek a jsou tabelovány po 100 °C na tři desetinná místa. Tím se v obr. 2.1 a v obr. 2.2 vysvětlují nespojitosti.

2.3 Rozdíl mezi náhradami c_{pm} (2.2) a (2.16)

Nejprve byl polynom třetího stupně v náhradě c_{pm} mezi teplotami 0 - 1700 °C použit po rozdělení na dva intervaly: 0 - 900 °C, 700 - 1700 °C. Při náhradách c_{pm} se získaly rozdílné hodnoty součinitelů a_i pro dolní a horní interval. Nebyla zajištěna spojitost na rozhraní obou intervalů. Dalo by se říci, že se jedná o nejméně přesný model i-s diagramu na hranici uvedených teplotních intervalů v okolí teploty 800 °C. Tento model označíme třeba jako základní model i-s diagramu spalín a vzduchu. Slovo základní se vztahuje k časové posloupnosti ve vývoji modelu i-s diagramu. Nejedná se však o nepřesnosti, které by bránily použití základního modelu. Narušení ve výpočtu měrné entalpie je naznačeno v obr. 2.3 rozdílem Δi pro $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ v okolí $t = 800^\circ\text{C}$ a činí $0,12\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. U výpočtu měrné entropie je nepřesnost vyjádřena posunutím izobary 101325 Pa o $0,0025\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

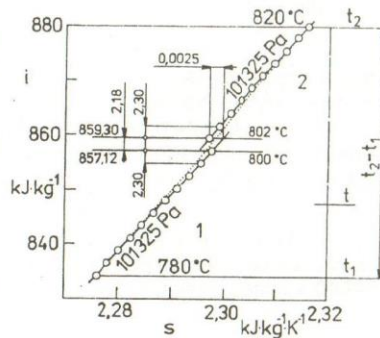
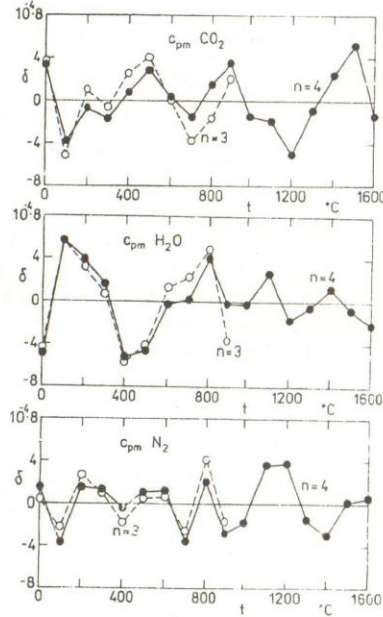
Obr. 2.3 Nepřesnost základního modelu i-s diagramu v okolí 800°C v návaznosti teplotních intervalů.

Vyloučení případných obtíží ve výpočtu je možné překrytím teplotních intervalů. V obr. 2.3 je naznačena také interpolace měrné entropie pomocí váhy vztahem

$$s = v \cdot s_1 + (1-v) \cdot s_2 \quad v = 0,5 \cdot \left[\cos\left(\pi \frac{t-t_1}{t_2-t_1}\right) + 1 \right]$$

s_1 zdola, s_2 shora.

Tento způsob má však zase ten základní nedostatek, že na interpolační čáře není dodržena podmínka $(\partial i / \partial s)_p = T$. Popsaná nepřesnost základního modelu i-s diagramu se odstraní při volbě několika teplotních intervalů zajištěním nějakého stupně spojitosti při stanovení součinitelů a_i v náhradě c_{pm} , nebo náhradou (2.16) s polynomm čtvrtého stupně s přesností téhož řádu jako u polynomu třetího stupně v několika teplotních intervalech.



3. PLYNNÉ PALIVO

Nejdostupnějším plynným palivem je dnes zemní plyn a v souvislosti s i-s diagramem spalín uvedeme objemové koncentrace jeho složek. Dolní výhřevnosti složek zemního plynu odpovídají údajům v [1] a [2]. Pro srovnání, H_U vodíku je 119900 a CO 10150 $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Objemové koncentrace složek zemního plynu

Složka	Ruský	Ruský	Norský	Ruský 1978	Výhřevnost H_U
CH_4	0,9838	0,9825	0,9036	0,9443	49574 $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
C_2H_6	0,0056	0,0055	0,0571	0,0254	47039
C_3H_8	0,0017	0,0017	0,0112	0,0070	46044
C_4H_{10}	0,0006			0,0026	45510
C_5H_{12}	0,0002			0,0005	44767
C_6H_{14}	0,0001			0,0018	44300
N_2	0,0075	0,0084	0,0147	0,0138	0
CO_2	0,0005			0,0046	0
Součet	1,0000	0,9981	0,9866	1,0000	-

Dolní výhřevnost uhlovodíků metanové řady v $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ může být vyjádřena vztahem

$$H_U = 10^4 \cdot \exp\left[1,600918 - 1,055643 \frac{\ln n}{10} + 5,442898 \left(\frac{\ln n}{10}\right)^2 - 17,14544 \left(\frac{\ln n}{10}\right)^3\right]$$

v němž je n uhlíkové číslo. Je užitečné doplnit i základní rovnice stechiometrického hoření z běžného pohledu zákona zachování hmotnosti:

1kg CH_4	+3,9895 kg O_2	= 2,7434 kg CO_2 + 2,2461 kg H_2O ,
1kg C_2H_6	+3,7249 kg O_2	= 2,9274 kg CO_2 + 1,7975 kg H_2O ,
1kg C_3H_8	+3,6286 kg O_2	= 2,9943 kg CO_2 + 1,6343 kg H_2O ,
1kg C_4H_{10}	+3,5788 kg O_2	= 3,0289 kg CO_2 + 1,5499 kg H_2O ,
1kg C_5H_{12}	+3,5484 kg O_2	= 3,0521 kg CO_2 + 1,4983 kg H_2O ,
1kg C_6H_{14}	+3,5278 kg O_2	= 3,0643 kg CO_2 + 1,4635 kg H_2O ,
1kg H_2	+7,9365 kg O_2	= + 8,9365 kg H_2O ,
1kg CO	+0,5712 kg O_2	= 1,5712 kg CO_2

Dolní výhřevnost směsi hořlavých plynů se pro konstrukci i-s diagramu počítá pomocí vztahu

$$H_U = w_{\text{CH}_4} H_U^{\text{CH}_4} + w_{\text{C}_2\text{H}_6} H_U^{\text{C}_2\text{H}_6} + w_{\text{C}_3\text{H}_8} H_U^{\text{C}_3\text{H}_8} + \dots$$

V této části výpočtu by byla účelná spolupráce s chemiky. Na první pohled se zdají být tyto způsoby příliš jednoduché.

Vedle plynného paliva je druhým reagentem při hoření okysličovadlo, v našem případě vlhký vzduch. S vlhkostí vzduchu se v konstrukci i-s diagramu počítá podle přednášeného způsobu v termodynamice na strojní fakultě. Suchý vzduch je pro potřebu i-s diagramu definován údajem v [1], jeho složení tam však uvedeno není. Složení suchého vzduchu se oficiálně mění od roku 1994 vlivem vyšší koncentrace oxidu uhličitého. V publikaci, kterou se autorovi teď nepodařilo dohledat se uváděla jen hodnota $x_{\text{CO}_2} = 0,000349$. Další číselné údaje jsou autorovým zpracováním této informace s ohledem na údaje v [4]. Je zřejmé, že i-s diagram spalín je otevřenou úlohou, v níž se reaguje na aktuální podmínky.

Objemová koncentrace složek suchého vzduchu od roku 1994	Hmotnostní koncentrace složek suchého vzduchu od roku 1994
$x_{N_2} = 0,780861$	$w_{N_2} = 0,755222$
$x_{O_2} = 0,209490$	$w_{O_2} = 0,231424$
$x_{AR} = 0,009300$	$w_{AR} = 0,012824$
$x_{CO_2} = 0,000349$	$w_{CO_2} = 0,000530$
Součet 1,000000	Součet 1,000000

4. PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ PRO VÝPOČTY S i-s DIAGRAMEM

Programy pro práci s i-s diagramem spalín byly vypracovány v jazyku FORTRAN a částečně v jazyku C.

PROGRAM I-SSPZPL je samostatný prostředek pro získání i-s diagramu spalín a vzduchu. Míní se tím stanovení součinitelů a_i a b_j , jestliže je známé chemické složení plynného paliva. Tento program používá podprogram

SUBROUTINE STESPAL(HMSSP,HMSV,WCO2SSP,WH2OSSP,WN2SSP,WARSSP,RCO2,RH2O,RN2,RAR,RSSP,HU),

ježhož výstupem je hmotnost stechiometrických spalín po spálení 1 kg plynného paliva, hmotnost stechiometrického vzduchu pro spálení 1 kg paliva, hmotnostní koncentrace složek stechiometrických spalín, jejich měrné plynové konstanty, měrná plynová konstanta stechiometrických spalín a celková výhřevnost paliva. Dodáme, že v tomto podprogramu se načítají objemové nebo, jestliže jsou, hmotnostní koncentrace složek paliva.

Ve výpočtu plynové turbíny, kompresoru, spalovací komory, turbíny, nebo například ejektoru a jiných zařízení se použije podprogram

SUBROUTINE AIBI(TC,WCO2SSP,WH2OSSP,WN2SSP,WARSSP,WSSP,WV,A0,A1,A2,A3,B0,B1,B2,B3),

kterým se vypočítají hodnoty součinitelů a_i a b_j , jestliže je zadána teplota plynu ve stupních Celsia, hmotnostní koncentrace složek stechiometrických spalín, hmotnostní koncentrace stechiometrických spalín a vzduchu v místě právě vyšetřovaného stavu spalín. Veličiny TC, WSSP, WV se mohou měnit během termodynamických změn a tento podprogram umožňuje v daném místě pracovat s místním i-s diagramem spalín a vzduchu.

Dvěrna podprogramy

FUNCTION ENTA(A0,A1,A2,A3,TC) a FUNCTION ENTR(B0,B1,B2,B3,TC,R,P,PZ)

se určí měrná entalpie a měrná entropie pro známé součinitele a_i a b_j , teplotu TC, měrnou plynovou konstantu R, měrný tlak P, při voleném základním měrném tlaku $PZ = p_0$.

Velmi potřebné jsou další tři pomocné podprogramy.

Podprogram SUBROUTINE INVTI(A0,A1,A2,A3,ITRTI,TC) umožňuje určit teplotu plynu TC z rovnice (1.1), je-li známá měrná entalpie. Proměnná ITRTI určuje počet iterací.

Podprogram SUBROUTINE INVPI(A0,A1,A2,A3,B0,B1,B2,B3,ITRTI,S1,PZ,E2S,R,P2) počítá měrný tlak P2 plynu, jestliže na izoentropě S1 známe měrnou entalpii E2S.

Podprogram SUBROUTINE INVTIPS(A0,A1,A2,A3,B0,B1,B2,B3,ITRTS,AK,S1,T1C,P1,P2,PZ,R,T2SC,E2S)

počítá teplotu T2SC a měrnou entalpii E2S na izoentropě S1 při známém měrném tlaku P2. Hlavičkou podprogramu se přiřadí taky výchozí parametry izoentropické změny stavu plynu

T1C, P1, aby bylo možné prostřednictvím volené hodnoty izoentropického exponentu AK určit přijatelnou hodnotu teploty plynu na vstupu do iterace s počtem iteračních kroků ITRTS.

V programovacím jazyku C byl předkládaným způsobem dosud počítán ejektor s teplotou plynů pod 800 °C, přičemž plynům byly přiřazeny vlastnosti vzduchu. Vystačilo se tedy s tvarem i-s diagramu podle rovnic (1.1), (1.2) a navíc součinitele a_i a b_j měly stálou hodnotu. Formální odlišnost jazyka C od jazyka FORTRAN znázorníme na dvou instrukcích

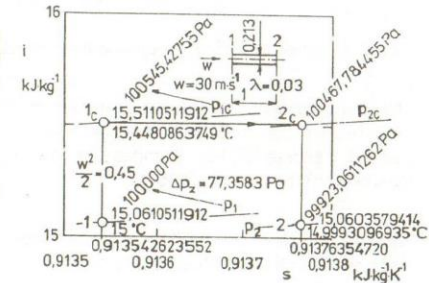
```
#define e(a0,a1,a2,a3,t) (a0+(a1+(a2+a3*t)*t)*t,
float s(float b0, float b1, float b2, float b3, float r, float p), #define PZ 2000000.
```

pro výpočet měrné entalpie a měrné entropie plynu. Základní tlak je volen 200000 Pa.

5. PŘÍKLADY POUŽITÍ

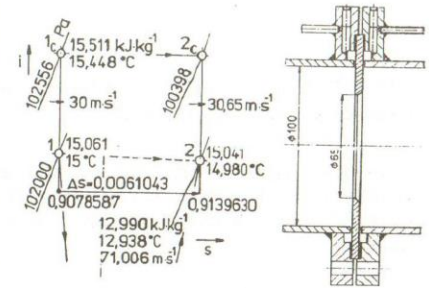
Uvedeme příklady použití základního modelu (ZM) i-s diagramu spalín a vzduchu podle rovnic (1.1), (1.2) i pro obor vzduchotechniky, kde takový způsob není obvyklý. Obr. 5.1 je příkladem rozlišovacích schopností ZM v aerodynamickém výpočtu přímého kruhového potrubí délky 1 m protékaného vzduchem pomocí kapesního počítače HP 38G.

Obr. 5.1 Diagram i-s proudění vzduchu v přímém kruhovém potrubí o délce 1 m. Třecí součinitel $\lambda = 0,03$. Označení izobar nesleduje v jemném měřítku měrné entropie velmi malý sklon izobar.



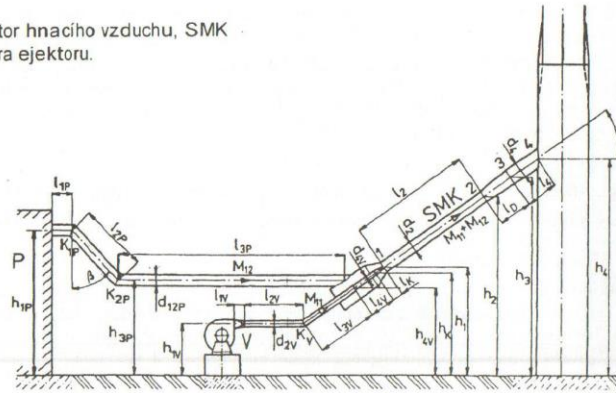
Téhož druhu je příklad kruhové clony na obr. 5.2. Změny stavu vzduchu jsou zřetelnější než v příkladu kruhového potrubí obr. 5.1.

Obr. 5.2 Diagram i-s proudění vzduchu kruhovou clonou o průměru 65 mm. Rychlost proudění vzduchu v potrubí o průměru 100 mm před clonou je 30 m.s⁻¹. Výpočet zachycuje tlakovou ztrátu, ale i zvýšení rychlosti proudění a pokles teploty vzduchu za clonou.



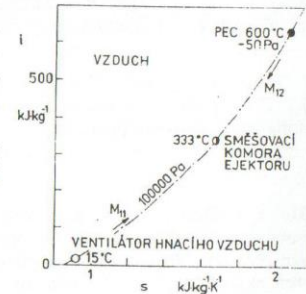
Výsledky výpočtu ejektoru pro odsávání plynných zplodin o teplotě 600 °C z pece jsou na obr. 5.3, 5.4, 5.5, 5.6. Na obr. 5.3 je celkové uspořádání zařízení s ejektorem. Zplodiny jsou pro jednoduchost brány s vlastnostmi vzduchu obr. 5.4. Diagram i-s stlačení hnacího vzduchu ejektoru ve ventilátoru je na obr. 5.5a, vedle obr. 5.5b odpovídá sacímu traktu plynných zplodin od pece do ejektoru, dolní obr. 5.5c znázorňuje stlačení směsi plynů v difuzoru za směšovací komorou ejektoru SMK. Obrázky 5.5a,b,c jsou kresleny ve stejném měřítku měrné entalpie a měrné entropie. Podrobnější pohled na stlačení plynu v difuzoru je v obr. 5.5d, v němž je znázorněn i pokles tlaku v krátkém potrubí za difuzorem před ústím do komína.

P - pec, V - ventilátor hnacího vzduchu, SMK - směšovací komora ejektoru.



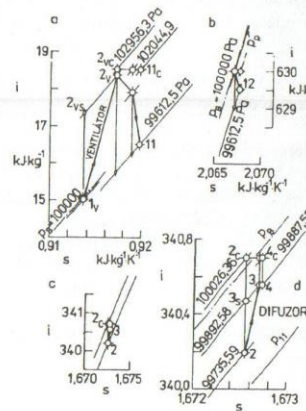
Obr 5.3 Schéma zařízení s ejektorem pro odsávání spalin z pece.

Obr. 5.4 Diagram i-s ejektoru v hrubém měřítku i a s. Teplota plynu za směšovací komorou ejektoru je 333 °C. Podtlak v peci je 50 Pa. Barometrický tlak 100000 Pa, teplota okolního vzduchu 15 °C.



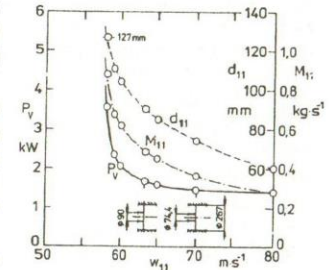
Barometrický tlak $p_b = 100000 Pa$, statický tlak p_s je nižší než barometrický, protože plyn proudí do komína s teplotou spalin v něm 150 °C.

Obr. 5.5 Diagram i-s změn stavu plynu-vzduchu v ejektoru a v souvisejícím potrubí.



Výsledkem výpočtu ejektoru je například příkon ventilátoru, tok hnacího vzduchu, odpovídající průměr dýzy v závislosti na vstupní rychlosti hnacího vzduchu do SMK.

Obr. 5.6 Výsledky výpočtu ejektoru pro odsávání plyných zplodin z pece. Teplota zplodin je 600 °C. P_p příkon ventilátoru, M_{11} , d_{11} a w_{11} je tok, průměr dýzy a rychlost proudění hnacího vzduchu na vstupu do SMK.

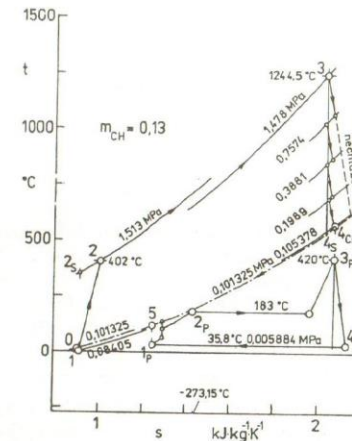


Na obr. 5.7 je příklad výpočtu tepelného oběhu plynové a parní turbíny v paroplynovém zařízení. Pro znázornění je zvolen diagram t-s. Čtyřstupňová turbína u plynové turbíny je chlazená vzduchem, jehož poměrný tok je $m_{ch} = 0,13$. Zobrazení tepelného oběhu parní turbíny tímto způsobem by si vyžádalo bližší výklad o souřadnicové transformaci s a T.

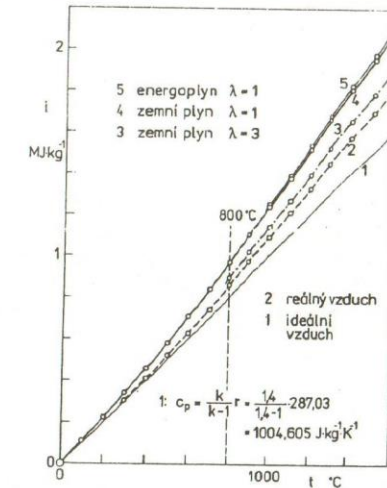
Pomocí rovnice (1.1) lze získat také i-t diagram, který se používá v oboru parních generátorů. Na obr. 5.8 je jeho příklad pro vzduch, spaliny zemního plynu a energoplynu, jimž se označuje produkt zplyňování uhlí.

Způsob užití modelu i-s diagramu daného rovnicemi (1.1), (1.2) mění i způsoby výpočtu vzhledem k práci s grafickými formami i-s diagramu nebo i vzhledem k dřívějším způsobům v oboru parních turbín, kdy se braly v úvahu jen statické měrné entalpie proudící páry. Ve vzduchotechnice a u plynových turbín je nutné z důvodu přesnosti počítat s celkovými stavy pracovní látky. Musí se zahrnout měrná kinetická energie plynu a z metodických důvodů je v některých případech dobré do výpočtů vložit i měrnou potenciální energii při změnách geodetické výšky mezi počítanými místy a stavy plynu.

Nabízí se téměř jednotný postup. Ve vzduchotechnice se pomocí ztrátového součinitele určí tlaková ztráta a nižší celkový tlak na konci vyšetřovaného úseku. V potrubí, v němž se od proudícího plynu navenek neodvádí práce zůstává konstantní celková měrná entalpie plynu. V našem modelu se neuvažuje závislost měrné entalpie na tlaku, takže zůstává konstantní i teplota plynu. Z rovnice (1.2) lze určit pro daný stav měrnou entropii, protože pro známý plyn je známá i měrná plynová konstanta.



Obr. 5.7 Diagram t-s tepelného oběhu plynové a parní turbíny v paroplynovém zařízení. V plynové turbíně se u kompresoru použil i-s diagram vzduchu, u turbíny i-s diagram spalin zemního plynu.



Obr. 5.8 Diagram i-t vzduchu, spalin zemního plynu a energoplynu. je součinitel přebytku vzduchu. Hodnotě $\lambda = 1$ odpovídají stechiometrické spaliny.

U plynové turbíny, v kompresoru i v turbíně, je zvykem pracovat s izoentropickými účinnostmi. V kompresorovém stupni se určí pomocí tlakového součinitele izoentropický spád na stupeň a tím měrná entalpie na izoentropě za stupněm. Pomocným programem INVVIS se stanoví příslušný měrný tlak za stupněm a pomocí vypočítané izoentropické účinnosti stupně se stanoví i reálná měrná entalpie vzduchu za stupněm, která zahrnuje ztráty ve stupni. Pomocným programem INVTI se vypočítá odpovídající teplota vzduchu a z rovnice (1.2) měrná entropie vzduchu. Součinitele a_i a b_i mají pro obvyklé poměry konstantní hodnotu během celé komprese.

Jestliže je známý celkový stav vzduchu pomocí měrné entropie a celkové měrné entalpie, a je známá odpovídající celková teplota pomocí INVTI a celkový tlak, statický stav vzduchu se určí odečtením měrné kinetické energie a statický tlak na téže izoentropě v INVVIS.

V turbínovém stupni se popsán způsob pro kompresorový stupeň liší jen v tom, že se mění hodnoty součinitelů a_i a b_i . Jejich hodnoty pro spaliny za spalovací komorou se mění vlivem přívodu chladicího vzduchu. V závislosti na místní hmotnostní koncentraci stechiometrických spalin, nespotřebovaného vzduchu při hoření paliva a přivedeného chladicího vzduchu se podprogramem AIBI určí také místní hodnoty součinitelů a_i a b_i . Tento výpočet je svázán s voleným termodynamickým modelem chlazení plynové turbíny a jednotlivých turbínových stupňů.

Pro zájemce uvedeme ještě hodnoty součinitelů a_i pro suchý vzduch podle [1].

V rovnici (1.1) nebo (2.2) je pro $t = 0 - 900$ °C a bez uvádění rozměrů

$$a_0 = 1,00391, \quad a_1 = 0,784783e-05, \quad a_2 = 0,170841e-06, \quad a_3 = -0,940018e-10,$$

pro $t = 800 - 1700$ °C je

$$a_0 = 0,976509, \quad a_1 = 0,133761e-03, \quad a_2 = -0,178098e-07, \quad a_3 = -0,172171e-11.$$

V rovnici (2.16) je pro $t = 0 - 1700$ °C

$$a_0 = 1,00368, \quad a_1 = 0,104769e-04, \quad a_2 = 0,175855e-06, \quad a_3 = -0,128029e-09.$$

$$a_4 = 0,291890e-13.$$

6. ZÁVĚR

V poměrně dlouhém příspěvku pro bulletin ASI se pojednává o i-s diagramu spalin plyných paliv, zatímco je dnes velmi často slyšet úvahy, jak dlouho budeme vůbec mít ještě co spalovat. Vedle odhadů jak dlouho nám vydrží zásoby ropy, zemního plynu a uhlí autoři novinového článku v [5] dávají nadějnou informaci o budoucích zdrojích energie. Informace se týká závěrů, které předkládá 26 univerzit a výzkumných pracovišť USA a Kanady. Jeden závěr je tento: Na rozdíl od ekonomiky právě uplynulého století, založené na fosilních palivech, ekonomika 21. století bude využívat především obnovitelné zdroje energie, tedy rostlin. Ekonomika 21. století bude postavena na biobázích. Tím se nabízí i úleva, že obsah příspěvku není labutí písní.

Jak se ale říká, život trojí hlouposti, a přináší překvapení. To, co je zde řečeno, bylo předneseno v úterý dne 6.2.2001 jako část pravidelných akcí Asociace strojních inženýrů na strojně fakultě ČVUT v Praze při účasti asi deseti lidí. Dne 28.2.2001 jsem se zastavil ve Státní technické knihovně v Praze a v čitárně v regálu fyziky jsem úplně náhodou vzal do ruky publikaci [3], o níž jsem nevěděl, ani mě s ohledem na její dlouhou existenci nikdo neusměrnil. Lze říci, že předložený postup pro konstrukci a použití i-s diagramu pokládám dále za užitečný a potřebný, jen by třeba byly další podněty. V publikaci [3] K. Ražnjevič už tabeluje hodnoty měrné entalpie

a měrné entropie, nejen hodnoty měrných tepelných kapacit. O užitečnosti navrhovaného způsobu práce s i-s diagramem spalin a vzduchu svědčí víceletá zkušenost z jeho používání v rámci diplomních prací na katedře energetických strojů a zařízení strojně fakulty Západočeské univerzity v Plzni a v různých výpočetních studiích. Horní teplotní hranice 1700 °C, o níž se zde často zmiňujeme, může ještě delší dobu vydržet jako v průmyslu zatím nedosahovaná. Nad ní by se mělo začít počítat s disociací plynu [14]. Na druhé straně, známe-li konkrétní teplotní interval pro naši úlohu, podle uvedeného návrhu jak zkonstruovat i-s diagram spalin a vzduchu je možné si tyto podklady připravit právě pro naše konkrétní podmínky. S využitím údajů v [1], [3], [8], [17] nebo jiných.

LITERATURA

- [1] RAŽNJEVIČ, K.: Tepelné tabulky a diagramy. ALFA, Bratislava, 1969.
- [2] Handbook of Chemistry and Physics, II. Thirty-seventh Edition, 1955-1956.
- [3] RAŽNJEVIČ, K.: Termodynamické tabulky. ALFA, Bratislava, 1984.
- [4] BEČVÁŘ, J.-LIŠKA, A.: Diagram vzduchu i - s, t - s. SNTL, Praha, 1964.
- [5] ČUBA, F.-HURTA, J.: Ekonomika 21. století bude postavena na biobázích. Haló noviny, 12. března 2001, str. II(6).
- [6] JŮZA, J.: An Equation of State for Water and Steam. Rozpravy Československé akademie věd, 76, č.1, 1966.
- [7] SCHMIDT, E.: Properties of Water and Steam in SI-Units, Berlin, Springer-Verlag, 1969.
- [8] Tables of Thermal Properties of Gases. National Bureau of Standards Circular 564, U.S. Government Printing Office, 1955.
- [9] KONEČNÝ, V.: Měrné teplo plynu při stálé entropii a izoentropické exponenty reálného plynu. In: Sborník prací Vysoké školy strojně a elektrotechnické v Plzni, Plzeň 1965.
- [10] KONEČNÝ, V.: Izoentropické exponenty reálného plynu. Strojirenství 36, 1986, čís. 2.
- [11] KONEČNÝ, V.: Vliv účinnosti turbíny a kompresoru na tepelnou účinnost a měrný výkon plynové turbíny. In: Sborník z konference o plynových turbínách, 1963
- [12] KONEČNÝ, V.: Termodynamické vlastnosti molekulárního dusíku. Jaderná energie, sv. 5 (1959) čís. 10.
- [13] KONEČNÝ, V.: Užití a rozvíjení mechaniky tekutin při vývoji proudových prvků s podzvukovým prouděním tekutiny. Habilitační práce. Západočeská univerzita v Plzni, SVÚSS, a.s. Praha, Praha-Plzeň, květen 1998.
- [14] KONEČNÝ, V.: Závoje chlazení diabatické stěny. Strojirenství 27, 1977, čís. 12.
- [15] KOUSAL, M.: Spalovací turbíny stacionární. SNTL, Praha 1965.
- [16] DEMENČENOK, V.P.-DRUŽININ, L.N.-PARCHOMOV, A.L.-SOSUNOV, V.A.-CCHOVREBOV, M.M.-ŠLJACHTENKO, S.M.-ELPERINA, A.S.: Teorija dvuchkonturnych turboreaktivnyh dvigatelej. Moskva, Mašinostrojenije 1979.
- [17] VARGAFTIK, N.B.: Spravočnik po teplofizičeskim svojstvam gazov i židkostej. Moskva, 1972.

DODATEK

Objemová koncentrace složek suchého vzduchu podle [4] do roku 1994

x_{N_2}	=	0,7809
x_{O_2}	=	0,2095
x_{AR}	=	0,0093
x_{CO_2}	=	0,0003
Součet		1,0000

Hmotnostní koncentrace složek suchého vzduchu (vypočítaná autorem) do roku 1994

w_{N_2}	=	0,755279
w_{O_2}	=	0,231441
w_{AR}	=	0,012824
w_{CO_2}	=	0,000456
Součet		1,000000

Výchozí koncepce pro zformování a zavedení osvědčení způsobilosti předvýrobní fáze podniku

Ing. Pavel Votruba

1. ZDŮVODNĚNÍ

Pětiletkový systém řízení ekonomiky zejména v oblasti vědecko-technického rozvoje způsobilosti značně ztráty ekonomice právě tím, že v druhé půli pětiletky, tj. ve 3. až 5. roce, nemohl mít potřebnou přesnost, protože řada podniků ani nevěděla, co v druhé polovině 5LP a v jakém množství bude vyrábět a tudíž jak dalece budou podnikové kapacity dostačující. Přesto však byl pětiletý plán bez ohledu na jeho splnitelnost vyhlášen jako zákon.

Navíc základní odvětví jako strojírenství a elektrotechnika měla inovační cyklus cca tři roky a proto se právě do druhé poloviny 5LP soustřeďovaly značné kapacitní disproporce, které měly značný vliv na výši ztrát v důsledku neplnění plánů i nízké přesnosti, spolehlivosti i kvality výrobků.

Kromě objektivní existence nadkritických disproporcí zejména v technickém rozvoji, a tudíž i v předvýrobní fázi podniků, způsobilosti pětiletkový systém řízení ekonomiky zdoluhavým lhůtovým rozplánováním inovačního cyklu více než dvojnásobně dlouhou průběžnou dobu vývoje a výroby

strojů, technických systémů i jejich termínů zakázek, než jaké v současné době žádají mezinárodní partneři v rámci ekonomické spolupráce.

Třetím negativním vlivem, kterým byla postižena sféra vědecko-technického rozvoje i předvýrobní fáze podniků, je kupónová privatizace, která způsobila rozpuštění finančních prostředků soustřeďovaných v profesních ministerstvech a generálních ředitelstvích pro následující 9. 5LP po jejich zrušení, a tudíž finanční prostředky, které měly přejít do předvýrobní i výrobní fáze podniků místo toho z větší části přešly do fondů kupónové privatizace.

Tím se stalo, že na financování vědecko-technického rozvoje a zejména předvýrobní fáze podniků nebyly peníze, řada klíčových odborníků odešla z předvýrobní fáze do soukromých firem a zahraničních společností. Takto se narušily základní proporce předvýrobní fáze podniků ještě více než v období pětiletkového systému řízení ekonomiky.

Poddimenzovaný technický rozvoj začal vážně ohrožovat jak kvalitu a spolehlivost

výrobků, tak i možnost plnění termínů zakázek, a tím došlo k vážnému zhoršení finanční a ekonomické bezpečnosti podniků i k podstatnému snížení konkurenceschopnosti.

2. SOUČASNÝ STAV

Privatizovaná ekonomika dosud nevytvořila účinné mechanismy na včasnou regulaci a korekci závažných disproporcí na kritické cestě předvýrobní fáze, kterou tvoří zejména těchto pět kritických etap:

- konstrukce prototypu
- výroba prototypu
- zpracování technologických postupů včetně THN (technicko-hospodářské normy)
- konstrukce speciálního nářadí a jednoúčelových strojů vč. JUS (jednouúčelové stroje)
- výroba speciálního nářadí a jednoúčelových strojů vč. JÚS

Závěrečné tři kritické etapy mají zásadní vliv pro přesnost, spolehlivost a kvalitu výrobků i plnění termínů zakázek a vytvářejí i kritickou cestu technologické přípravy výroby TgPV.

V zahraničních systémech řízení odpovídají uvedeně tři kritické etapy TgPV fázi PROCESSING AND TOOLING a tvoří také závěr technického vývoje.

V podnikové praxi jsou uvedené kritické etapy řízené z útvarů:

- technického ředitele
- hlavního konstruktéra
- vedoucího TPV
- vedoucího nářadovny

Právě ti uvedení řídicí pracovníci a jejich klíčoví odborníci určují kvalitu produkce i konkurenceschopnost podniku.

Je zřejmé, že pokud jeden z uvedených útvarů nefunguje nebo je přetížen nadkritickými disproporcemi anebo je poddimenzován či oslaben odchodem klíčových odborníků, může dojít nejen k neplnění termínů, snížení spolehlivosti a kvality zakázek, ale i k ohrožení podniku bankrotem.

Proto má včasná diagnostika a regulace nadkritických disproporcí zejména na kritické

cestě předvýrobní fáze základní význam a chrání jak kvalitu, spolehlivost a celkovou efektivnost produkce tak i finanční a ekonomickou bezpečnost podniku, který chrání před ohrožením bankrotem.

3. NÁVRHY NA OPATŘENÍ.

Nově vyvinutý Automatizovaný diagnostický a řídicí modul (ADRM) chráněný autorským osvědčením umožňuje výrobnímu podniku vytvořit si na bázi stavebnicově koncipovaného "Základního souboru vstupních informací" fungující systém měř a vah pro časy, kapacity a výkony předvýrobních etap i zpřesnit podnikové normativy.

Na základě zpřesněných, odladených a fungujících hodnot a mechanismů je možné včas a dostatečnou měrou korigovat nebezpečné disproporce již v předvýrobní fázi, což má zásadní vliv na zvýšení finanční a ekonomické bezpečnosti výrobního podniku i přesnosti, spolehlivosti a výsledné jakosti výrobků.

Proto navrhuji ADRM k využití v rámci "Osvědčení způsobilosti předvýrobní fáze výrobního podniku" a to zejména v těch případech, kdy jde o navázání spolupráce se zahraničními partnery nebo o realizaci důležitých a strategických státních zakázek.

Uvedené "Osvědčení způsobilosti předvýrobní fáze" dosud v naší ekonomice citelně chybí a to nejen z hlediska zvýšení jakosti výrobků ale i z důvodu zvýšení přesnosti produkce i finanční a ekonomické bezpečnosti výrobního podniku.



Čtvrtá evropská konference TURBOSTROJE – DYNAMIKA TEKUTIN A TERMODYNAMIKA

20-23. března 2001, Florencie, (I)

Prof. Ing. Miroslav Štátný, DrSc.

Od třetí evropské konference na shodné téma, která byla uspořádána v Londýně a o níž bylo referováno v Bulletinu ASI č. 18, 1999 uplynuly dva roky a ve Florencii byla uspořádána konference čtvrtá. Místním pořadatelem konference ve Florencii byla italská organizace strojních inženýrů „Associazione Termotecnica Italiana“ a předsedou místního přípravného výboru Prof. Dr. Ing. Francesco Martelli z Oddělení energetiky „Sergio Stecco“, Univerzity ve Florencii. Spolupořadatel konference bylo dalších deset inženýrských organizací z evropských zemí včetně naší ASI. Jednací jazykem konference byla angličtina.

Oponentní řízení nabídnutých referátů proběhlo ve dvou kolech. Nejprve Evropský výbor pod vedením Prof. Dr. Ing. R. Decuyper z Bruselu (B) vybral referáty podle tematiky a ve druhém kole byly všechny referáty oponovány vždy třemi oponenty z různých evropských zemí. Oponentury řídil Prof. Dr. Ing. G. Bois, Lyon (F). Na konferenci postoupilo 92 referátů z toho šest českých. Referáty byly vydány v knižní podobě ve sborníku. Referáty s nejvyšším hodnocením oponentů budou ještě publikovány v oficiálním publikačním časopise Evropské konference „Journal of Power and Energy“ (UK). Do programu konference byly zařazeny rovněž dvě přednášky pozvaných autorů: D. Hope, Rolls-Royce (UK) „Aplikace CFD na návrh dmychadla pro letecké motory“ a R. Van den Braembussche, Von Karman Institute (B) „Návrh a optimalizace částí turbostrojů“.

Konference probíhala ve dvou souběžných sekcích ve Scuola di Sanità Militare. Jednání se zúčastnilo 194 účastníků ze 16 zemí a z toho 10 z České republiky. Sponzory konference byli: European Commission, FIAT Avio, EOARD, ENEL-Produzione, Ansaldo, ATI, Provincia di Firenze, Università di Firenze a

Nuovo Pignone-GE. Souběžně byla uspořádána malá výstava firem se zaměřením na měřicí techniku a software a dále firem zabývajících se produkcí turbostrojů a energie v Itálii.

Referáty přednesené na konferenci byly směřovány na následující tématické okruhy: aerodynamika axiálních turbin, aerodynamika axiálních kompresorů, sekundární proudění, přechod a modelování turbulence, nestacionární proudění, nestacionární proudění a aeroelasticita, optimální navrhování, hluk, přestup tepla, parní turbíny, odstředivé kompresory, čerpadla, speciální uspořádání, provozní zkoušky a diagnostika. Z českých referátů bylo pět zaměřeno na problematiku parních turbin a jeden na aerodynamiku axiálních kompresorů. M. Štátný předsedal sekci Provozní zkoušky a diagnostika.

Průběh konference potvrdil trvalý zájem o obecné problémy proudění v turbostrojích. Stále se zdokonaluje využití numerických metod, ale současně se klade důraz na cílené experimenty k jejich ověření. Do popředí se dostávají problémy spojené s nestacionárním prouděním, v němž se vidí jeden z posledních zdrojů pro zlepšování účinnosti a spolehlivosti lopatkových strojů. Značná pozornost se věnuje optimalizačním metodám pro návrh lopatkových částí turbostrojů. Studují se problémy proudění v transsonických stupních jak turbinových, tak kompresorových a v lopatkových mřížích pro vysoká aerodynamická zatížení. V parních turbínách je tradičně věnována značná pozornost kondenzaci vodicí páry a pozornost se stále více zaměřuje k paralelní heterogenní a homogenní nukleaci. Přestup tepla se studuje především se zaměřením na chlazení lopatek spalovacích turbin. Nově se projevuje trend k

intenzivnějšímu zkoumání problémů spojených s provozem turbostrojů, s jejich provozním testováním, s diagnostikou jejich provozního stavu a simulováním jejich provozních vlastností.

V závěru konference byly uspořádány dvě souběžné odborné exkurze k firmě Nuovo Pignone-GE a na zkušebnu energetických závodů ENEL.

Nuovo Pignone má ve Florencii generální ředitelství a hlavní výrobní závod. Firmu vlastní z převážné části americká General Electric, která rozvíjí ve Florencii výrobu svých typů spalovacích turbin menšího a středního výkonu. Dále se zde vyrábějí parní turbíny rovněž s menším a středním výkonem a speciální odstředivé kompresory zejména pro dálkové plynovody a chemické výroby. Závod je moderně uspořádán i vybaven.

Energetické závody ENEL mají vlastní zkušebnu spalovacích komor, kde se zkoušejí spalovací komory spalovacích turbin ve skutečné velikosti a za skutečných provozních podmínek.

Velmi příznivým dojmem působilo na účastníky konference samo nádherné historické město Florencie, v němž byla konference pořádána, se spoustou památek také na mimořádně geniálního inženýra a

umělce Leonarda da Vinci. Pořadatelé toho náležitě využili při společenských setkáních.

V rámci konference jednal rovněž Evropský výbor konference o turbostrojích. Výbor konstatoval velmi dobrou úroveň organizace konference, jakož i většiny přednesených referátů. Novým předsedou výboru na další čtyři roky byl zvolen Prof. Dr. Ing. Claus Sieverding, Von Karman Institute (B). Do Evropského výboru přibyli zástupci Finska, Španělska a Norska. Bylo rozhodnuto, že příští konference bude uspořádána ve střední Evropě a že ji organizuje česká ASI, která o to již dříve požádala. Pátá Evropská konference o turbostrojích bude tedy v Praze v r. 2003, nejspíše v březnu. O pořádání šesté Evropské konference v r. 2005 se uchází Francie.

Obracím se při této příležitosti na všechny zainteresované čtenáře jménem ASI i za sebe s prosbou o pomoc a spolupráci při přípravě páté Evropské konference o turbostrojích v Praze, abychom dobrou úroveň konference potvrdili, že patříme v tomto oboru mezi přední evropské země.

Prof. Ing. Miroslav Štátný, DrSc

člen Evropského výboru konference
o turbostrojích

Konference VDI o ventilátorech

Ing. Václav Cyrus, DrSc

Ve dnech 20. a 21. února 2001 se konala na půdě technické university v Braunschweigu 4. konference o ventilátorech / Ventilatoren : Entwicklung – Planung – Betrieb / . Akce byla uspořádána německou inženýrskou organizací VDI.

Bylo přihlášeno asi 200 účastníků z průmyslu a technických universit z šesti evropských států. Bylo předneseno 32 referátů převážně německými autory ve dvou paralelních sekcích. Příspěvky byly vydány ve sborníku jako VDI Bericht Nr.1591. Konference byla doprovázena výstavkou inženýrských firem zabývajících se především výpočty proudění v lopatkových strojích.

Rovněž byla uspořádána exkurze do Pfeidererova Institutu, kde probíhají výzkumné práce v oboru ventilátorů, vodních strojů a v poslední době i turbokompresorů. Institut je součástí university a jeho laboratoře jsou vybaveny nejmodernější měřicí technikou.

První sekce byla věnována otázkám konstrukce ventilátorů, problematice kmitání, aerodynamického hluku a normotvorné činnosti. Jedno zasedání bylo zaměřeno na nasazení strojů do provozu. Druhá sekce obsahovala příspěvky z oboru vnitřní aerodynamiky osových a odstředivých ventilátorů. Českou republiku zastupoval příspěvek o regulaci průtoku osového

ventilátoru pomocí natáčení oběžných a vstupních statorových lopatek autorů z inženýrské firmy AHT Energetika, Praha - Běchovice a z výrobního podniku ZVVZ Milevsko.

Několik referátů se zabývalo aplikací numerických výpočtových metod vazkého proudění při optimalizaci návrhu lopatkových systémů zejména odstředivých ventilátorů včetně vstupní a výstupní komory. Rovněž byly prezentovány výsledky výpočtu pracovních charakteristik osového stroje s přestavením oběžných lopatek. Velká pozornost byla věnována vzniku nestacionárního proudění jednak typu pumpáže a rotujícího odtržení a jednak v důsledku paralelního chodu ventilátorů. Zajímavé výsledky byly uvedeny v několika referátech pojednávajících o malých ventilátorech s průměrem oběžného kola menším než 200 mm.

Byly studovány otázky snížení aerodynamického hluku osových ventilátorů prostřednictvím změny tvaru lopatek. Byly vyšetřovány varianty lopatek, kdy těžiště profilů byly na přímkách resp křivkách odkloněných od radiál. Tyto nové typy lopatkových řad se např. již užívají u chladicích ventilátorů osobních automobilů a klimatických jednotek.

Rozborová studie na zakázku ústředí EU se zabývala úsporami energie při použití ventilátorů. Ukazuje se, že je možné různými technickými opatřeními v konstrukci těchto

strojů uspořit až 10% energie. Správným umístěním pracovního bodu stroje v poli charakteristik a optimální regulací průtoku média lze docílit cca (15 až 35)% úspor.

Na konferenci byly prezentovány výsledky především aplikovaného výzkumu prováděného na technických univerzitách, v inženýrských a konsultačních firmách a ve výrobních podnicích. Většina německých výzkumných projektů byla financována ze státních prostředků.

Na závěr mé zprávy o konferenci bych uvedl zajímavou informaci, kterou jsem našel v týdeníku VDI Nachrichten (číslo 7, ročník 2001). Na titulní stránce jedné z příloh, věnované průmyslu byl uveřejněn článek rozebírající velký nedostatek strojních inženýrů v německém průmyslu. Hledá se asi 10 000 inženýrů v celém spektru od konstruktérů, projektantů až po technology. Německý průmysl potřebuje tyto vysoce kvalifikované pracovníky pro inovace výrobků, aby neztratil své pozice na světovém trhu. Není tedy pravdou podle našich informačních médií, že chybí pouze počítačová odborníci.

Organizace strojních inženýrů VDI pořádá pravidelně konference a semináře prakticky ve všech průmyslových oborech. Akce mají výrazně aplikační charakter. Z prezentace a následné diskuse přednesených referátů si účastník může udělat představu o současném stavu ve sledovaném průmyslovém oboru.

Asociace inovačního podnikání České republiky

Prof. Ing. Stanislav Holý, CSc.

Asociace inovačního podnikání České republiky (dále AIP ČR) je nevládní organizace v oblasti inovačního podnikání. Od r. 1993 ji tvoří sdružení fyzických osob, delegovaných postupně z 19 subjektů. Mezi ně patří Společnosti vědeckotechnických parků, Společnosti pro podporu transferu technologií, Českou společnost pro nové materiály a

technologie, Českým svazem stavebních inženýrů, Radou vědeckých společností ČR, Asociací strojních inženýrů, Fakultou strojní ČVUT v Praze, Fakultou stavební ČVUT v Praze, Českou zemědělskou univerzitou, Vysokou školou ekonomickou, Univerzitou Karlovou, Vysokou školou chemickotechnologickou, Západočeskou univerzitou,

vysokou školou baňskou – Technická univerzita Ostrava, Českou asociací pro obnovitelné zdroje, asociací pro mládež, vědu a techniku (AMAVET), START-P-TECHNO (Ruská federace) a další tuzemské a zahraniční subjekty, které se podílejí na rozvoji inovačního podnikání, spočívající v činnostech, jejichž cílem je vývoj technicky nového produktu (výrobku, technologie či služby).

Cílem činnosti AIP ČR je vytvářet předpoklady pro rozvoj inovačního podnikání, tj. výzkumu a vývoje, transferu technologií, nových materiálů a technologií, budování vědeckotechnických parků (vědeckých parků a center, technologických parků a center, podnikatelských a inovačních center) a činnosti inovačních firem. Hlavním cílem je vytvořit inovační infrastrukturu, inovační trh a fungující technologickou burzu. To vše přístupné konečným uživatelům - inovačním firmám.

AIP ČR zajišťuje součinnost s ústředními orgány státní správy a s Parlamentem ČR v oblasti inovačního podnikání; předkládá návrhy podpůrných programů v oblasti inovačního podnikání a po dohodě s nositeli schválených programů zajišťuje jejich průběh a hodnocení. Spolupracuje se strategickými partnery v oblasti inovačního podnikání a ve výjimečných případech se stává členem tuzemských právnických osob, významně napomáhajících rozvoji inovačního podnikání v České republice. Získává pro rozvoj inovačního podnikání instituce a osobnosti včetně členů vlády a poslance, představitelů vědeckovýzkumných pracovišť, průmyslu, podnikatelů, vysokých škol, Akademie věd České republiky, regionálních orgánů, komor, bank a dalších zainteresovaných subjektů. Inicjuje legislativní a organizační předpoklady pro oblast inovačního podnikání; propaguje tuto myšlenku ve sdělovacích prostředcích; vydává časopis Inovační podnikání a transfer technologií.

AIP ČR zajišťuje součinnost s podnikatelskými a zaměstnavatelskými svazy, předkládá problematiku inovačního podnikání v orgánech tripartity, podílí se na přípravě odborníků v oboru inovačního podnikání. Vytváří předpoklady pro vznik rizikového kapitálu, předkládá

návrhy pro financování technologických a inovačních projektů

Zajišťuje výzkumnou, vzdělávací, poradenskou, informační, ediční, studijní a vydavatelskou činnost v oblasti inovačního podnikání, podporuje činnost Centra výzkumu a vzdělávání AIP ČR, Technologické nadace ČR, Informačního centra pro inovace a transfer technologií AIP ČR, Inovační agentury AIP ČR, Klubu inovačních firem AIP ČR a fungování technologické burzy včetně účasti na výstavách, veletrzích, konferencích, sympoziích a seminářích.

Aktivizuje a zabezpečuje zahraniční kontakty v oblasti inovačního podnikání na základě členství v mezinárodní nevládní organizaci TII (Technology, Innovation, Information) a TRN (Technology Response Network); zajišťuje přístup k mezinárodním programům a koordinaci zahraničních aktivit subjektů, které se podílejí na rozvoji inovačního podnikání. Propojuje národní transferové sítě a národní sítě vědeckotechnických parků s obdobnými sítěmi zahraničními. Zajišťuje vědeckotechnickou spolupráci se SRN a dalšími zeměmi v rámci programu KONTAKT (Francie, Itálie, Rakousko, Řecko, Polsko, Slovinsko, Slovensko), přispívá k podpoře programu EUREKA v ČR a je oborově kontaktní centrum pro 5. RP.

AIP ČR se přímo organizuje nebo se podílí na řešení konkrétních projektů. Z nich uvádíme nejvýznamnější:

a) v oblasti výzkumu:

Systém inovačního podnikání v ČR (od roku 1993)

Informační systém pro inovační podnikání (od roku 1993)

Transformace výzkumu a vývoje (od roku 1995)

Inovační politika ČR (od roku 1998)

b) v oblasti vzdělávání:

Nástavbové studium Inovační podnikání (1993 - 95)

Specializace, obor Inovační podnikání (od roku 1996)

c) v oblasti transferu technologií:

Transferové dny AIP ČR (od roku 1995)

- Klub inovačních firem AIP ČR (od roku 1995)
 Transferové dny TII (od roku 1995)
- d) v oblasti konferencí: a seminářů:
 METAL Ostrava (od roku 1995)
 INOVACE Praha (od roku 1994)
 Ochrana průmyslového vlastnictví (od roku 2000)
- e) na výstavách a veletrzích:
 URBIS Brno (od roku 1994)
 Inovační pavilon Brno (1994)
 Podnikatelský inkubátor Brno (1995 - 1996)
 TOP INOVACE Brno (1997)
 INOVACE Praha (od roku 1994)
 CZECHCONTRACT (1998)
 VĚDMA Praha (od roku 1998)
 Inovační veletrh Lipsko (od roku 1995)
 BiK Lipsko (1999)
 EUREGIA Lipsko (2000)
- f) ve vydavatelské činnosti:
 Časopis ip & tt (od roku 1993)
 Nabídka a poptávky technologií (od roku 1993)
 Katalog Inovace roku (od roku 1996)
- g) při specifických projektech:
 Soutěž o Cenu Inovace roku (od roku 1996)
 TOP INOVACE CZ (od roku 2001)
 Národní transferová síť (od roku 1996)
 Národní síť vědeckotechnických parků (od roku 1995)
 Technologický region Severní Morava (1995)
 Technologický profil ČR (od roku 1998)
 Public relations programu EUREKA (od roku 1996-2000)
 Podpora programu EUREKA v ČR (od roku 2000)
 Mezinárodní inovační centrum (od roku 2000)
 Oborové kontaktní centrum (od roku 2000)
 KONTAKT SRN (od roku 1997)
 KONTAKT se zeměmi SEI a Řeckem (od roku 1999)
 KONTAKT Francie (od roku 2000)

Projekty INGO - TII, UNCTAD, ICC (od roku 1999)

Odborné poradenství (technologické projekty, inovační projekty, od roku 1993)
 Etický kodex (od roku 1996)

Jednotlivé projekty uskutečňuje AIP ČR v rámci svého programu INOVACE XXI.

Členská základna AIP ČR vzrostla od r. 1993 do konce r. 2000 z 3 subjektů s 320 fyzickými osobami na 19 subjektů s 71000 osobami a pro r. 2001 se reálně očekává další nárůst.

AIP ČR vyhlašuje od r. 1996 každoročně soutěž o cenu INOVACE ROKU, do které může každá firma sídlící v ČR přihlásit původní inovační produkt české provenience. K účasti v této soutěži pro rok 2001 je možno získat podrobnější informace spolu s přihláškou (uzávěrka je 31.10.2001) na adrese: AIP ČR, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, tel. 02-21082275, fax 02-21082276, e-mail: svejda@aipcr.cz či na www.aipcr.cz.



ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI

100 let od narození prof. Ing. Dr. Josefa Čermáka

Dne 11. listopadu 2000 uplynulo sto let od narození významného konstruktéra parních kotlů a pedagoga na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě strojní. Technická veřejnost si tuto událost připomenula dne 28. února 2001 seminářem konaným na ČVUT, Fakultě strojní, věnovaným dílu prof. Čermáka.

Prof. Ing. Dr. Josef Čermák se narodil 11. listopadu 1900 v Písku. Studium na Vyšší průmyslové škole v Pardubicích, přerušené narukováním v r. 1918 do I. světové války, ukončil v r. 1922 a hned začal studovat Vysokou školu strojního a elektrotechnického inženýrství ČVUT v Praze. V letech 1927 a 1928 působil na ČVUT jako asistent u profesora Miškovského. Po absolvování základní vojenské služby nastoupil v roce 1930 do Škodových závodů v Hradci Králové. Již v r. 1932 byl služebně vyslán do Číny, aby pomohl s problémem spalování čínského černého uhlí. Po úspěšném tříletém působení v Číně, podnikl v r. 1936 dvaapůlměsíční studijní cestu po elektrárnách USA a Velké Británie. Ke studiu kotlů s výtavným ohništěm se do USA vypravil ještě v r. 1937. Od r. 1937 do r. 1951 uvedl do provozu v našich elektrárnách dvanáct parních kotlů s výtavným ohništěm. V roce 1945 byl za zásluhy ve Škodových závodech jmenován vrchním technickým inspektorem. Ve Škodových závodech pracoval do roku 1947. V roce 1946 byl prezidentem jmenován profesorem pro obor parních generátorů a v témže roce mu byla prezidentem udělena hodnost doktora technických věd. Od r. 1947 vedl Středisko pro vývoj a koordinaci výroby kotlů v Československých závodech kovodělných a strojírenských, později v Československých závodech těžkého strojírenství. V letech 1947 a 1948 řídil jako pověřenec přípravné práce pro dodávku šesti elektráren do Jugoslávie. V září 1947 se zúčastnil Světové energetické konference v Haagu. V roce 1947 jedná ve Švédsku o

dodávce kotlů 340 t/h pro elektrárnu v Malmö. V červnu 1948 jako člen technické mise do Indie podává indické vládě návrh na zužitkování podřadného indického uhlí. Je přijat i M. K. Gándhím. V lednu 1949 vede delegaci kotlářů do Moskvy a přednáší o výtavných ohništích. V roce 1954 byl pověřen vedením Katedry kotlů na Fakultě strojní ČVUT. Od 1.6.1957 pověřen ministrem školství a kultury vedením Vědecko-výzkumného ústavu spalovacích zařízení a kotlů při Fakultě strojní ČVUT v Praze. Práci na ČVUT ukončil k 31.1.1962. Ve výzkumné činnosti však pokračoval ve spolupráci s průmyslem až do roku 1979. V roce 1971 navazuje spolupráci s Jihomoravskými energetickými závody v Brně a v roce 1972 začíná pracovat v elektrárně Oslavany. Dne 13.6.1979 profesor Čermák zemřel v Ivančické nemocnici po převozu z cesty vlakem z Brna na elektrárnu Oslavany, kam se vracel z energetické rozpravy v technickém museu (Listovského dne).

Profesor Čermák se svou odbornou a pedagogickou činností propracoval ve světově uznávaného konstruktéra parních kotlů. Zařadil se mezi vynikající pedagogy energetického oboru, jakými byli na ČVUT Prof. J. Zvoniček, Prof. L. Miškovský a Prof. O. Maštovský. Vychoval mnoho významných odborníků a výrazným způsobem přispěl k vysoké úrovni našeho energetického strojírenství. Přesto jeho jméno v psané historii ČVUT, Fakulty strojní (Bolek, A., Brabec, F.: Stopami průkopníků k dnešku. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, 1989) nenalezneme. V historii energetického strojírenství nelze však jeho dílo přehlédnout.

V Praze dne 28.2.2001
 Prof. Ing. František Jirouš, DrSc.
 ČVUT v Praze, Fakulta strojní
 Ústav mechaniky tekutin a energetiky
 Technická 4, 166 07 Praha 6

USNESENÍ
ze shromáždění zástupců
Asociace strojních inženýrů,
konaného 22. února 2001
v České Třebové na Dopravní fakultě
Univerzity Pardubice

Shromáždění zástupců, které bylo podle výroku mandátové komise v souladu se stanovami A.S.I. schopno usnášení,

1) schválilo:

- zprávu o činnosti A.S.I. od posledního shromáždění zástupců,
- zprávu o hospodaření za rok 2000,
- zprávu revizní komise,
- plán činnosti na rok 2001,
- návrh vyrovnaného rozpočtu na rok 2001;

2) vzalo na vědomí

- informaci Klubu Brno, Klubu Česká Třebová, Klubu Pardubice a Klubu ASI-ESIS (European Structure Integrity Society) se sídlem v Brně o činnosti a hospodaření za rok 2000 a výhledu na rok 2001. (Tyto informace spolu s informacemi o Klubu Most a Plzeň jsou obsaženy v Bulletinu A.S.I.);

3) přijalo rezignaci dosavadního výboru, jehož funkční období skončilo a udělilo mu absolutorium;

4) řádně zvolilo nový výbor A.S.I. na tříleté období v tomto složení:

Ing. František Anderle, CSc.
Ing. Josef Bráblík, CSc.
Ing. Karel Brož
Ing. Václav Cyrus, DrSc.
Ing. Václav Daňek, CSc.
Ing. Pavel Dolanský
Ing. Rudolf Dvořák, DrSc.
Ing. Karel Engliš
Prof. Ing. Stanislav Holý, CSc.
Prof. Ing. Jiří Izer, CSc.

RNDr. Vladislav Kozák, CSc.
Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Prof. Ing. Jan Macek, DrSc.
Ing. Jaroslav Macoun
Ing. Jiří Maštovský, CSc.
Prof. Ing. Dr. Jaroslav Němec, DrSc., Dr. h. c.
Doc. Ing. Jiří Nožička, CSc.
Prof. Ing. Františka Pešlová, CSc.
Ing. Jiří Šafář, CSc.
Ing. Ivan Šebesta
Ing. Jaromír Šišma
Prof. Ing. Miroslav Šťastný, DrSc.
Ing. Václav Tichý
Ing. Olga Ubrá, DrSc.
Ing. František Vdoleček, CSc.
Doc. Ing. Stanislav Vejvoda, CSc.
Ing. Josef Vondráček
Ing. Radomír Zbožinek

5) uložilo výboru A.S.I.:

- Společně s klubem Praha pokračovat ve vydávání Bulletinu A.S.I., v němž bude referováno o činnosti ostatních klubů.
- Společně s klubem Praha a Brno pořádat pravidelná technická odpoledne a příležitostné semináře na odborná témata.
- Společně s klubem Brno, s ITI a SÚJB zajistit pokračování v normativní činnosti.
- Podílet se na shromáždění a výběru domácích referátů pro konferenci Dunajsko-adriatické společnosti (18. Danubia) experimentální mechaniky v září 2001 ve Steyru.
- Se zainteresovanými pracovišti pokračovat v přípravě konference SMIRT-17 (Structural Mechanics in Reactor Technology), plánované na r. 2003 do ČR a zasedání mezin. výkonného výboru letos v Praze.
- Zajistit dvakrát ročně zasedání senátu A.S.I. (příští zasedání se koná ve středu 14. března 2001 v První brněnské strojírně ve Velké Bíteši, podzimní zasedání v Jaderné elektrárně Temelín).
- Uspořádat tradiční 4. seminář "Vnitřní

aerodynamika lopatkových strojů 24. 4. 2001 na FS ČVUT v Praze.

- V případě přidělení do ČR podílet se společně s Klubem Plzeň na pořádání evropské konference o turbostrojích v r. 2003.
- Vydat publikaci "Tradice rodu Kolbenů" u příležitosti otevření stanice metra "Kobena".
- Nadále udržovat a rozvíjet styky s obdobnými partnerskými organizacemi, s restruktuovaným Svazem průmyslu a pokusit se navázat styky i s organizacemi v zahraničí.
- Usilovat o zvýšení prestiže a povědomí rozhodujícího významu tvůrčí inženýrské práce pro další hospodářský rozvoj státu.

**VALNÁ HROMADA ČESKÉ MATICE
TECHNICKÉ**

Dne 21. února 2001 se konala valná hromada České matice technické s programem:

1. Zahájení
2. Jmenování čestných členů
3. Udělení literární ceny prof. Danilevského za rok 2000
4. Zprávy předsedy, jednatele a pokladníka
5. Zpráva předsedy ediční rady
6. Diskuse ke zprávám a k zaměření další činnosti ČMT, hlasování o udělení absolutoria výboru
7. Volba nových členů výboru
8. Různé

Schůzi zahájil místopředseda ČMT prof. Ing. Jiří Šesták, DrSc. a za účasti 62 členů přivítal zástupce Asociace strojních inženýrů Ing. Václava Daňka CSc. a zástupce Českých vědeckých a technických společností Ing. Voka Malinského. Na návrh výboru ČMT byli jmenováni tři noví čestní

členové ČMT s nejdelším členstvím (Ing. J. Váňa, Ing. V Erben a J. Šroubek) .

Předseda ČMT prof. Ing. Zdeněk Caha, CSc. seznámil přítomné s usnesením výboru, který na návrh redakční rady ČMT rozhodl o udělení Literární ceny prof. Danilevského za rok 2000 dílu prof. Ing. Dr. Ladislava Votruby, DrSc. Rozvíjení tvořivosti techniků.

Ing. V. Daňek, CSc. informoval o činnosti ASI a upozornil na vzpomínkové akce konané při příležitosti výročí úmrtí významných profesorů strojní fakulty. Vzpomínková publikace na rodinu Kolbenů vydávaná péčí ASI vyjde při příležitosti otevření stanice metra Kolbenova v červnu t.r.

Předseda ČMT přednesl zprávu o činnosti ČMT za uplynulé období od poslední valné hromady. Presentaci ČMT v některém z popularizačních pořadů České televize se nepodařilo zajistit ani po personálních změnách v ČT. Předseda přednesl konečný text smlouvy o spolupráci mezi Českým svazem vědeckých a technických společností a ČMT uzavřené dne 4. 12. 2001 na sekretariátu ČSVTS v Praze, Novotného lávka 5. Zprávu předsedy doplnil jednatel ČMT doc. Ing. Zdeněk Klepš, CSc. informací o činnosti sekretariátu, současném stavu členské základny, o předání 30 kusů publikací prof. Votruby: Vztahy mezi vodním hospodářstvím a přírodou zástupci ministerstva zemědělství jako podklad pro jednání o novém zákonu o vodách v parlamentu ČR. Dále upozornil případně zájemce o vydání spisu prostřednictvím ČMT na formulář, který je k dispozici na sekretariátu ČMT. Pokladník ČMT doc. Ing. Jiří Šťastný, CSc. informovalo hospodaření ČMT od minulé valné hromady a doplnil finanční přehled uveřejněný v pozvánce na valnou hromadu. Informoval též o stavu vkladových účtů, o pravidelném hlášení darů Finančnímu úřadu pro Prahu 6 o a poskytování příspěvku 5000 Kč na spisy, které vyšly péčí ČMT. Dále podal zprávu o finančním daru prof. Danilevského ve prospěch literární ceny, kterou každoročně uděluje ČMT nejlepšímu dílu vydanému péčí ČMT v uplynulém roce.

K oblasti vydavatelské činnosti, která je předmětem každého jednání výboru ČMT bylo

konstatováno, že ČMT stejně jako od svého vzniku v roce 1895 i v uplynulém období úspěšně plnila svůj hlavní úkol vydávat a šířit původní českou technickou literaturu. Do konce roku 2000 vydala 487 spisů v celkovém nákladu přes 1,6 milionů výtisků. V uplynulém roce vyšly péčí ČMT tyto publikace:

M. Brdička, L. Samek, B. Sopko: Mechanika kontinua

L. Votruba: Rozvíjení tvořivosti techniků

O. Chloupek: Genetická diverzita, šlechtění a semenářství

K. Rektorys a kol.: Přehled užití matematiky 1

K. Rektorys a kol.: Přehled užití matematiky 2

R. Vích, Z. Směkal: Číslíkové filtry

Ediční rada vedená prof. Ing. J. Kabeláčem, DrSc. pracovala ceikem v devíti komisích a soustředila se vedle vydávání české technické literatury též na vyhledávání českých autorů. Pokračovalo i obtížné získávání sponzorů na připravované knihy. Zejména díky úzké spolupráci s nakladatelstvím AKADEMIIAkademie věd ČR a Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků se každým rokem daří rozšiřovat počet vydávaných publikací.

Valná hromada se též zabývala problematikou členské základny. Před přerušením samostatné činnosti v 1949 měla ČMT přes 23 000 členů. Během 40 let, kdy Česká matice technická byla začleněna do Státního nakladatelství technické literatury a nemohla samostatně vydávat své spisy a poskytovat svým členům tradiční výhody, počet členů trvale klesal až na necelých 500 v roce 1990. V poslední době zejména vzhledem k vysokému věkovému průměru svých členů se nadále snižuje, i přes poskytované slevy na některé knihy se nedaří získávat nové a zejména mladé členy.

ČMT nevydělečně využívá jednak finanční prostředky, které jí poskytují její členové a jednak sponzorské dary, které jsou obvykle cíleny na odborné zaměření literárního díla. Roční příspěvek činných členů je alespoň 50 Kč (u studentů 25 Kč), u přispívajících je roční členský příspěvek libovolný a u zakládajících členů je jednorázový příspěvek na neomezenou dobu u fyzických osob alespoň

3 000 Kč a u právnických osob nejméně 10 000 Kč.

V současné době poskytuje Česká matice technická všem svým členům 25 % slevu na všechny knihy vydané spolupracujícím nakladatelstvím AKADEMIIAkademie věd ČR. Praha i, Národní tř. 3. a 10% slevu na knihy vydané péčí ČMT v nakladatelství PROMETHEUS Praha i, Žitná 25.

Prvořadým cílem ČMT je obnovení široké členské základny a získání nových dobrovolných pracovníků, kteří by pomohli zajišťovat dlouhodobou zásiužnou činnost ČMT i v druhém století jejího trvání. Obracíme se proto na techniky, inženýry, vědecko-technické pracovníky, studenty a příznivce technické literatury, aby se stali členy ČMT a pomohli tím k vydávání levné české technické literatury.

Doufáme, že tato výzva přesvědčí naše techniky i organizace o potřebě spojit své síly k podpoře i praktické účasti při vydávání technické literatury, bez níž je vysoká úroveň naší práce nemyslitelná. Jde o činnost v oborech - architektura - elektrotechnika - geodézie - hornictví - hutnictví - chemie a chemická technologie - kybernetika - materiálové inženýrství - stavebnictví - strojírenství - vodní hospodářství - zemědělská a lesnická technika.

Jestliže u Vás našla naše výzva pochopení, přihlaste se za člena činného, přispívajícího i zakládajícího sdělením na adresu:

Česká matice technická, Zikova 4 (budova rektorátu CVUT) I66 35 Praha 6.

Za podněty k práci děkujeme. Na každoroční valné hromadě budete moci svými náměty práci České matice technické ovlivňovat nebo se jí aktivně účastnit.

Klepš

Jako příloha je pro zájemce přiložena „Příhláška za člena matice technické“.

SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

80 let

Ing. Václava Tichého

Už uplynulo 5 let od doby, kdy jsme oslavovali 75. výročí narození našeho přítele a člena výboru Ing. Václava Tichého Jeho 80. narozeniny jsme si připomněli přípitkem na zasedání výboru dne 23. ledna t.r.

Životní dráhu Ing. Tichého, jeho dílo a zásluhy v technickém oboru byly už popsány v 10. čísle Bulletinu ASI při příležitosti 75. narozenin. Co tedy ještě dodat. Snad jen malou vzpomínku na začátky naší spolupráce v ASI, kdy řekl: „Jestli pro mne nemáte nějakou práci, tak ve výboru nemusím být.“ Velmi si vážíme jeho činnosti, oceňujeme pracovní elán a nezištný přístup k řešení úkolů a potřeb Asociace.

Kéž by se takových spolupracovníků v naší republice našlo více. Nikdy neodmítne žádnou práci, vždy, když je zapotřebí, přispěchá na pomoc.

Přejeme mu proto do dalších let hodně zdraví a dostatek elánu, abychom mohli ještě dlouho využívat jeho zkušenosti a pracovitosti k prospěchu celé Asociace strojních inženýrů.

Za výbor ASI

Ing. Václav Daněk, CSc.

tajemník



MODERNÍ, PROSPERUJÍCÍ STROJÍRENSKÁ FIRMA S TRADICÍ, KTERÁ
SE ÚSPĚŠNĚ PROSAZUJE I NA NEJNÁROČNĚJŠÍCH
SVĚTOVÝCH TRŽÍCH



VÝROBNÍ PROGRAM

- | | |
|---------------------------|---|
| Divize vedení | <ul style="list-style-type: none">• správa majetku a servis• technická obsluha výrob• galvanické pokovování dílců |
| Divize letecké techniky | <ul style="list-style-type: none">• generátory vzduchu pro startovací systémy letadel• pomocné energetické jednotky• pozemní přenosné turbomotorové jednotky• vzduchové startovací systémy leteckých motorů• komponenty pro klimatizace letadel• speciální vodní a palivová čerpadla• turbínkové průtokoměry• kompresorové systémy kryogeniky• heliové expanzní turbíny |
| Divize turbín | <ul style="list-style-type: none">• vývoj a výroba parních protitlakových turbín o výkonu od 0,2 do 10 MW• parní kondenzační turbíny o výkonu od 0,1 do 7 MW• plynové expanzní turbíny od 0,2 do 10 MW• dekantální odstředivky• průtlačné kotle – vyvíječe páry• výrobky pro jadernou energetiku• servisní činnost, poradenství a studie v oblasti energetiky |
| Divize metalurgie | <ul style="list-style-type: none">• přesné odlitky metodou vytavitelného voskového modelu• odlévání na vzduchu nebo ve vakuu• atestace odlitků ve vlastní laboratoři |
| Divize strojírna a nářadí | <ul style="list-style-type: none">• formy pro přesné lití a lisování plastů• přípravky a speciální nářadí• strojní součásti a sestavy pro tuzemské a zahraniční zákazníky |

Náročný výrobní program vyžaduje schopné kreativní odborníky, kterým nabízíme profesní růst a podmínky odpovídající vysokým požadavkům.

Hlavní cíle akciové společnosti:

- pokračovat v realizaci programu technického rozvoje výrobků a technologií
- udržet a rozšířit přítomnost na exportních tržích
- zvýšit dodávky do sítě renomovaných světových finalistů
- udržet a posílit finanční stabilitu společnosti
- stát se společností v regionu, v níž každý zaměstnanec bude pracovat s hrdostí

První brněnská strojírna Velká Bíteš, a.s., Vlkovská 279, 595 12 Velká Bíteš,
Telefon: 0619/513 111, Fax: 0619/532 595
e-mail: pbsvb@pbsvb.cz, <http://www.pbsvb.cz>