

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Chaloupek Pavel; Jan Karnoult

Využití samočinných počítačů při návrhu parních turbin

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 23 (1978), No. 2, 82--84

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139652>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1978

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Využití samočinných počítačů při návrhu parních turbin

(K 25. výročí MFF UK)

Pavel Chaloupek, Jan Karnolt, Praha

Výpočty parních turbin jsou značně komplikované a jejich ruční provádění vyžaduje příliš mnoho času. Kromě toho i přesnost dosahovaná ručním způsobem není v některých případech dostačující. Je proto žádoucí přenést provádění takových výpočtů na samočinné počítače. To platí zejména pro výpočty tepelné bilance turbin, které jsou velmi časté a provádějí se několikrát pro každou turbínu.

Výpočet tepelné bilance turbíny

Parní turbína je soubor zařízení, která jsou vzájemně propojena a mezi kterými proudí voda (v kapalném nebo plynném stavu). Množství vody, která projdou určitým zařízením za časovou jednotku, jsou určena několika lineárními rovnicemi, vyjadřujícími zákon zachování hmoty (všechna voda vstupující do zařízení je musí také opustit) a zákon zachování tepla (teplo přivedené do zařízení vodou musí být z něho také odvedeno). Protože zákon zachování hmoty platí i na spojích mezi zařízeními, jsou množství proudící všemi zařízeními turbíny určena soustavou lineárních rovnic, kterou dostaneme ze všech rovnic všech zařízení. K této soustavě ještě přistupují rovnice představující konkrétní provozní podmínky (např. požadovaný výkon, množství páry do turbíny aj.), kterých je právě tolik, aby celková soustava měla stejný počet rovnic jako neznámých. Výpočtem tepelné bilance pak rozumíme řešení této soustavy rovnic, neboli stanovení množství vody proudící všemi místy turbíny. Protože však v některých rovnicích vystupují v koeficientech veličiny dané stavem vody v určitých místech turbíny, není situace tak prostá. Stav vody v určitém místě turbíny může být totiž závislý na množství vody proudící daným místem. Závislosti stavů vody na proudících množstvích jsou však takové, že z přibližného stavu vody v určitém místě turbíny a množství vody procházejícího tímto místem lze přesněji vypočítat stav vody v daném místě. Z toho vyplývá, že stanovení stavů vody v jednotlivých místech turbíny je také součástí výpočtu tepelné bilance turbíny. Úloha je potom řešitelná iteračním postupem, který probíhá podle tohoto algoritmu:

- a) odhadneme stavy vody ve všech místech turbíny a odhadneme množství vody proudící všemi místy turbíny,
- b) vypočteme přesnější stavy vody ve všech místech turbíny,
- c) vypočteme přesnější množství vody proudící všemi místy turbíny,

d) jestliže jsme dosáhli požadované přesnosti, skončíme výpočet, jinak pokračujeme u bodu b.

Generátor programů

Při přenášení výpočtů tepelné bilance turbíny na samočinný počítač narážíme na skutečnost, že každá turbína je vlastně prototypem. Jednotlivá zařízení turbíny mohou být u různých turbín různě zapojena a to velmi znesnadňuje sestavení univerzálního programu pro výpočet tepelné bilance všech parních turbín. Kdybychom však pro každou turbínu programovali výpočet tepelné bilance znovu, nedospěli bychom pravděpodobně k žádné větší úspoře lidské práce oproti ručnímu provádění výpočtů. Jedním z možných řešení problému je generátor programů pro výpočet tepelné bilance parních turbín. Generátor programů je program, který na základě vstupních údajů generuje jiný program. V našem případě se generátoru jako vstupní údaje zadají vlastnosti turbíny, tj. vlastnosti a schéma zapojení jednotlivých zařízení turbíny. Tyto údaje zůstávají u dané turbíny neměnné a na jejich základě generátor sestaví program pro výpočet tepelné bilance dané turbíny, kterým lze vypočítat tepelnou bilanci dané turbíny pro libovolné provozní podmínky.

Hlavní činností generátoru je sestavení matice soustavy rovnic pro množství proudící turbínou. V okamžiku generování programu však nelze sestavit tuto matici celou. Rovnice soustavy lze totiž rozdělit do tří skupin:

- a) rovnice odpovídající provozním podmínkám,
- b) rovnice vyplývající ze zákona zachování hmoty,
- c) rovnice vyplývající ze zákona zachování tepla.

Rovnice první skupiny jsou určeny požadovanými provozními podmínkami. Provozní podmínky jsou vstupními údaji generovaného programu. Generátor proto musí na začátek programu generovat část, která přečte zadané provozní podmínky a na jejich základě sestaví část matice soustavy odpovídající rovnicím provozních podmínek. Tato část matice bude na začátku každé iterace vždy shodná, protože rovnice provozních podmínek se během výpočtu nemění.

Podobně nezměněny zůstávají během výpočtu i rovnice druhé skupiny, protože nezávisí na stavech vody v turbíně. Proto část matice soustavy odpovídající těmto rovnicím bude na počátku každé iterace rovněž shodná a může být sestavena už při generaci programu. Generátor ji pak nějakým vhodným způsobem včlení do generovaného programu (např. ve FORTRANU ve formě BLOCK DATA).

Rovnice třetí skupiny se mění při každé iteraci, neboť jejich koeficienty závisí na veličinách určených stavem vody v určitém místě turbíny a ty se mění při každé iteraci. Část matice soustavy odpovídající těmto rovnicím musí být tedy během výpočtu v každé iteraci sestavována znovu. Proto generátor musí do programu zařadit úsek programu, který pokaždé tuto část matice sestaví.

Vzhledem k tomu, že část matice odpovídající první a druhé skupině rovnic je třeba vždy na počátku každé iterace obnovovat, je tato konstantní část matice uložena ve

zvláštním poli. V každé iteraci je pak přesunuta do pracovního pole, je rozšířena o část odpovídající rovnicím třetí skupiny a pak v tomto poli je soustava vyřešena.

Kromě uvedených úseků programu musí generátor do programu zařadit ještě tyto části:

- a) část čtoucí odhadnuté stavy a proudící množství vody ve všech místech turbíny,
- b) část počítající nové přesnější stavy vody ve všech místech turbíny na základě starých stavů a vypočtených množství,
- c) část řešící soustavu rovnic pro množství vody proudící turbinou.

Generovaný program má potom takovouto strukturu:

1. Čtení provozních podmínek a sestavení jim odpovídající části matice soustavy v poli konstantní části matice.
2. Čtení odhadnutých stavů a proudících množství vody ve všech místech turbíny.
3. Výpočet nových stavů vody.
4. Přenesení konstantní části matice soustavy do pracovního pole.
5. Sestavení části matice soustavy odpovídající rovnicím vyplývajícím ze zákona zachování tepla v pracovním poli.
6. Řešení soustavy rovnic (výpočet množství).
7. Je-li dosaženo požadované přesnosti — konec výpočtu, jinak skok na krok 3.
8. BLOCK DATA.

Závěr

Autoři článku sestavili právě popsaný generátor programů. V době vzniku tohoto článku byl generátor těsně před odladěním. Realizovaný generátor byl naprogramován v jazyku FORTRAN, generované programy byly rovněž v jazyku FORTRAN. Aby generátor programů vyšel co nejstručněji, byly jednotlivé části programu generovány ve formě volání podprogramů. To je umožněno tím, že části 1, 2, 3, 4, 6 a 7 jsou u každého generovaného programu shodné. Pouze části 5 a 8 mohou být u každého programu odlišné. Část 5 závisí na počtu a tvaru jednotlivých rovnic třetí skupiny, přičemž každé z nich odpovídá v 5. části generovaného programu vždy jeden příkaz CALL. Část 8 obsahuje předem sestavenou část matice soustavy a také některé další pomocné údaje. Podprogramy odpovídající jednotlivým částem generovaného programu jsou předem přeloženy a ke generovanému programu se přidávají při konsolidaci programu.

Využíváním generátoru programů pro výpočet tepelné bilance parních turbin ve výrobním závodě n. p. ŠKODA by se měla podstatně zvýšit efektivnost výpočtů tepelné bilance turbin. Při ručním provádění trvá výpočet u středně komplikované turbíny jednomu pracovníkovi asi jeden týden. Podle předběžných odhadů by měl generátor zkrátit tento čas na 2 až 3 hodiny, které budou potřeba k přípravě vstupních dat.

Vidíme tedy, že popsaný generátor programů může podstatně ušetřit lidskou práci. Vzhledem k účinnosti generátoru se nabízí otázka, zda by nebylo možné využít podobného generátoru i v jiných oborech. Úlohy podobné té, kterou řeší popsaný generátor, by bylo pravděpodobně možno nalézt při konstrukci chemických, vzduchotechnických a jiných zařízení.