

MODELTOOL 1.0

– toolbox matematických modelov chemickotechnologických procesov

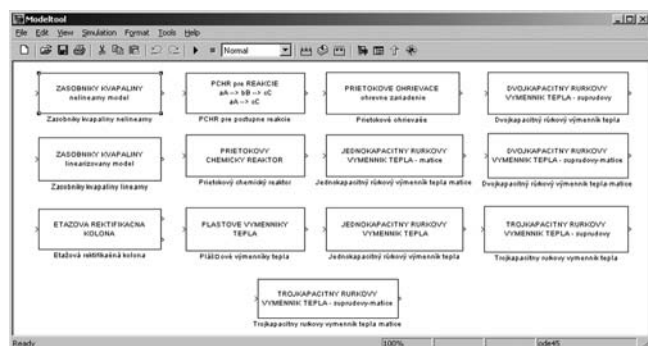
MODELTOOL 1.0 – toolbox matematických modelov chemickotechnologických procesov bol vytvorený na Katedre informatizácie a riadenia procesov Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave ako knižnica matematických modelov vybraných procesov chemickej technológie, a to zásobníkov kvapaliny, výmenníkov tepla, etážových rektifikačných kolón a chemických reaktorov. Knižnica bola vytvorená v simulačnom prostredí MATLAB/Simulink a má formu toolboxu, ktorý obsahuje bloky spomenutých procesov. Tieto bloky sa dajú použiť aj na simuláciu dynamických vlastností rozmanitých procesov, aj na testovanie najrozmanitejších algoritmov riadenia.

Úvod

Dve z hlavných oblastí výskumu na Katedre informatizácie a riadenia procesov Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave tvoria modelovanie/simulácia procesov a riadenie procesov. V minulosti bolo na katedre vytvorených množstvo modelov najrozmanitejších typov chemickotechnologických procesov a na simuláciu sa používali rôzne simulačné prostredia. V súčasnosti sa na tieto účely používa predovšetkým MATLAB a Simulink. Táto skutočnosť, rozmanitosť modelov a postupov pri ich vytváraní viedla k potrebe vytvoriť knižnicu základných typov modelov chemickotechnologických procesov. Jedna z hlavných požiadaviek pri vytváraní tejto knižnice bola jednoduchosť použitia pre simuláciu dynamických vlastností a pre testovanie algoritmov riadenia. Výsledkom je MODELTOOL 1.0 – toolbox modelov procesov na použitie v prostredí MATLAB/Simulink.

MODELTOOL 1.0

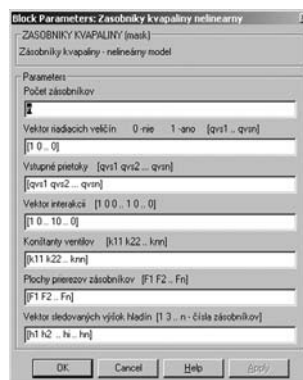
MODELTOOL 1.0 [1] obsahuje bloky matematických modelov vybraných chemickotechnologických procesov, a to zásobníkov kvapaliny, rôznych typov výmenníkov tepla, etážových rektifikačných kolón, chemických reaktorov. Všetky tieto modely sú stavové modely, lineárne alebo nelineárne. Boli odvodené na základe materiálových a entalpických bilancií procesov vždy za určitých zjednodušujúcich predpokladov [2], [3], [4]. Modely sú vytvorené tak, že sa dajú jednoducho použiť buď na simuláciu dynamických vlastností, alebo na testovanie najrozmanitejších algoritmov riadenia v pedagogickom procese i vo výskume v simulačnom prostredí MATLAB/Simulink [5]. Podľa nastavenia parametrov jednotlivých modelov môže jeden blok reprezentovať v rôznych situáciách rôzne typy systémov, a to jednorozmerový (SISO) alebo mnohorozmerový (MIMO) systém s požadovaným počtom vstupov a výstupov. Základné okno knižnice MODELTOOL je znázornené na obr. 1.



Obr.1 Knižnica matematických modelov MODELTOOL

Zásobníky kvapaliny

V knižnici MODELTOOL sa nachádzajú dva modely zásobníkov kvapaliny, a to nelineárny a linearizovaný model. Oba modely umožňujú sledovať výšky hladín v rôzne zapojených zásobníkoch kvapaliny v závislosti od prietokov vstupných prúdov do zásobníkov. Linearizovaný model okrem toho zo zadaných parametrov zásobníkov počíta matice lineárneho stavového opisu, takže



Obr.2 Parametre bloku Zásobníky kvapaliny – nelineárny model

používateľ nemusí sám robiť linearizáciu. Model umožňuje aj výpis vypočítaných matic. Voliteľné parametre zásobníkov sú: počet zásobníkov, vektor vstupných premenných vyjadrujúci, či ten-ktorý zásobník má nezávislý vstupný prúd kvapaliny, hodnoty prietokov nezávislých vstupných prúdov kvapaliny, vektor interakcií vyjadrujúci, medzi ktorými zásobníkmi je, resp. nie je interakcia, konstanty ventilov, plochy prierezov zásobníkov, vektor sledovaných výšok hladín (obr. 2).

Výmenníky tepla

MODELTOOL v súčasnosti obsahuje 8 blokov na simuláciu rôznych typov výmenníkov tepla. Sú to sériovo zapojené prietokové ohrievače a plášťové výmenníky tepla, tri nelineárne modely súprúdových rúrkových výmenníkov tepla odvodené s rôznymi zjednodušujúcimi predpokladmi od najjednoduchšieho jednokapacitného po najzložitejší trojkapacitný rúrkový výmenník tepla, tri lineárne modely súprúdových rúrkových výmenníkov tepla odvodené s rôznymi zjednodušujúcimi predpokladmi od najjednoduchšieho jednokapacitného po najzložitejší trojkapacitný rúrkový výmenník tepla. V modeloch je opäť voliteľný počet parametrov [1], takže ich možno použiť na simuláciu SISO aj MIMO systémov, na simuláciu systémov bez dopravného oneskorenia i s dopravným oneskorením.

Chemické reaktory

MODELTOOL zahŕňa dva všeobecné modely prietokových chemických reaktorov. Prvý model reprezentuje reaktor, v ktorom prebieha m paralelných reakcií s n reagujúcimi zložkami. Maximálny počet reakcií je 3 a maximálny počet reagujúcich zložiek je 5. Druhý model je všeobecný model reaktora, v ktorom prebiehajú dve sériové reakcie a jedna paralelná reakcia podľa schémy



Opäť veľký počet voliteľných parametrov reaktorov a voliteľné číselné hodnoty reakčných entalpií, predexponenciálnych faktorov a aktivačných energií chemických reakcií umožňujú simulovať dynamické vlastnosti rozmanitých prietokových chemických reaktorov [1].

Etážová rektifikačná kolóna

Blok etážová rektifikačná kolóna umožňuje simulovať dynamické vlastnosti etážových rektifikačných kolón separujúcich binárne



zmesi. Separované zmesi môžu byť ľubovoľné a voliteľný je aj počet etáží v kolóne a číslo nástrekového etáže.

Záver

Toolbox MODELTOOL je otvorený systém a postupne sa do neho budú pridávať modely aj ďalších chemickotechnologických procesov. Použitie jednotlivých blokov je jednoduché a nevyžaduje žiadne špeciálne vedomosti o modelovaní procesov. K toolboxu bol vypracovaný i manuál použitia [1]. Využitie toolboxu sa predpokladá v pedagogickom procese a vo výskume a vývoji pri testovaní algoritmov riadenia.

Tento príspevok vznikol s grantovou podporou VEGA MŠ SR a SAV pre projekty č. 1/0135/03 a 1/1046/04.

Literatúra

- [1] BALEJA, J.: Tvorba knižnice matematických modelov chemickotechnologických procesov. Diplomová práca, KIRP FCHPT STU v Bratislave, Bratislava, 2005.
- [2] INGHAM, J., DUNN I. J., HEINZLE, E., PŘENOSIL, J. E.: Chemical engineering dynamics. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1994.
- [3] MIKLEŠ, J., FIKAR, M.: Modelovanie, identifikácia a riadenie procesov I. Vydavateľstvo STU, Bratislava 1999.
- [4] OGUNNAIKE, B. A., RAY, W. H.: Process dynamics, modeling and control. Oxford University Press, New York, 1994.
- [5] Simulink. Using Simulink, version 4. Mathworks Inc., Natick, 1999.

doc. Ing. Monika Bakošová, CSc.

Ing. Ján Baleja

Ing. Magdaléna Ondrovičová

41

**Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
Katedra informatizácie a riadenia procesov
Radlinského 9, 812 37 Bratislava
e-mail: bakosova@stuba.sk
jan.baleja@post.sk
ondrovicova@stuba.sk**