

## Realizări industriale

### 1. Instalație industrială MTO/MTG

În perioada 1981-1991, dr. Gheorghe Maria a activat ca inginer-cercetător principal la ICECHIM-IECB, grupul de (Bio)cataliză, fiind responsabil cu i) modelarea matematică a cineticii unui număr foarte mare de procese catalitice testate la fază de laborator / pilot și ii) cu proiectarea tehnologică a unei instalații pilot industrial la Combinatul Petrochimic Brazi (Ploiești, România) pentru testarea unor tehnologii noi, ne-convenționale

Impact. În acest context, trebuie subliniate studiile remarcabile, de pionierat, ale prof. Gheorghe Maria privind modelarea matematică a cineticii unor noi procese catalitice ce au condus la dezvoltarea de noi tehnologii la nivel mondial, ne-convenționale, revoluționare (de avangardă), privind valorificarea via metanol a unor multiple resurse regenerabile și ieftine respectiv, conversia metanolului la olefine MTO, la benzină sintetică MTG, la hidrocarburi aromate BTX sau la propilenă MTP utilizând catalizatori zeolitici/silice modificați și testați de către IECB. Aceste studii cinetice au fost publicate de dr. Maria în reviste ICB de top și au constituit baza de calcul pentru proiectarea și construirea unei instalații industriale demonstrative pentru procesele menționate la Combinatul Petrochimic Brazi (Ploiești, România), activități în care prof. Gheorghe Maria a avut o contribuție cheie. Instalația industrială MTO/MTG include două reactoare chimice cu strat fluidizat de catalizator FBR. Catalizatorul micro-sferic prezintă o circulație continuă, prin transport pneumatic, între FBR principal (în care este condusă reacția dorită MTO, MTG etc.) și FBR secundar folosit pentru regenerarea continuă a catalizatorului parțial cocsat. La acea vreme (1980-1985), această instalație industrială a fost prima din lume care a testat procesele MTO/MTG folosind această nouă tehnologie. O singură instalație similară a comp. Mobil Oil (SUA) era operată în Noua Zeelandă, dar cu o construcție mai simplă (strat fix de catalizator dispus într-o baterie de 5 reactoare multi-tubulare paralele, cu regenerarea discontinuă a catalizatorului). Mai târziu, au fost construite instalații industriale MTO/MTP de către UOP/Hydro co. în Germania și în China, dar folosind tehnologii diferite.

Folosind această instalație industrială și datele experimentale furnizate de IECB, prof. Gheorghe Maria a dezvoltat modele cinetice și a testat numeroase procese catalitice în perioada 1985-1992, respectiv: i) alchilarea selectivă a olefinelor C4 cu metanol; ii) alchilarea benzenului sau etil-benzenului cu etilenă pentru obținerea de hidrocarburi aromate superioare; iii) conversia etanolului la olefine; iv) conversia metanolului la BTX (benzen, toluen, xileni).

Pentru o astfel de realizare de excepție, prof. Gheorghe Maria a primit (ca cercetător/inginer proiectant cheie în colectivul de cercetători implicați în proiect) Premiul „Nicolae Teclu“ al Academiei Române în 1985.

## 2. Instalație pilot pentru înmagazinarea chimică a energiei (via hidrogen) și transportul său la distanță

În 1992 dr. Gh. Maria, a lucrat ca Assistant Professor (Oberassistent Klass 18) la Universitatea Politehnică ETH Zürich din Elveția în grupul de „Process Systems Engineering” al prof. David WT Rippin. În cadrul acestui grup a participat activ și ca investigator/cercetător cheie la realizarea mai multor proiecte importante de cercetare ale grupului, toate în domeniul ingineriei (bio)chimice.

**Impact.** Unul dintre aceste proiecte, NEFF, de anvergură industrială, se referă la proiectarea tehnologică și punerea în funcțiune de către Gheorghe Maria a unei instalații pilot de mărime medie, complet automatizate, ce constă într-un sistem de două reactoare catalitice în strat fix legate în serie, la Paul Scherrer Institut (Villigen, Elveția, 1992-1996) în cooperare cu DFG Germania și Vinci (Franța) pentru studiul și testarea unui proces nou de avangardă. Aplicația se referă la înmagazinarea chimică de hidrogen și transportul său între continente.

Astfel, H<sub>2</sub> este stocat prin hidrogenarea catalitică a toluenului (TOL) la metil-ciclohexan (MCH). Apoi, MCH este transportat, maritim, la beneficiar unde H<sub>2</sub> este eliberat prin dehidrogenarea catalitică a MCH la TOL. Toluenu este apoi returnat la sursa de H<sub>2</sub>, și ciclul se reia. Prof. Gheorghe Maria a fost responsabil cu modelarea cinetică a celor două procese catalitice în vederea proiectării tehnologice și controlului on-line al pilotului utilizat alternativ la hidrogenarea TOL și, respectiv, la dehidrogenarea MCH (Maria et al., *Chem. Eng. Sci.* 51, 2891-2896 (1996). doi:10.1016/0009-2509(96)00170-4).

## 3. Optimizarea in-silico a operarii in condiții de siguranță a unor reactoare catalitice de mare risc

Este un alt proiect de cercetare soluționat de prof. Gheorghe Maria la ETH Zürich, Elveția, a vizat determinarea in-silico (pe bază de modele matematice) a politicilor optime de operare în siguranță a unor reactoare catalitice cu risc ridicat din industria farmaceutică, operate la CIBA/Novartis, Basel, Elveția, 1992-1997.

**Impact.** Procesul în cauză se referă la aceto-acetilarea catalitică a pirolului cu dicetenă, o reacție deosebit de periculoasă care, scăpată de sub control, producea explozia frecventă a reactorului industrial de la CIBA (NOVARTIS). Prof. Gheorghe Maria a soluționat această problemă prin introducerea în procedura numerică de optimizare a operării reactorului a unui indicator probabilistic original care exprimă în termeni numerici riscul de escaladare a procesului și de explozie a reactorului în prezența fluctuațiilor aleatoare a parametrilor de operare (control). Vezi publicațiile sale de top: i) Maria et al., *Chem. & Biochem. Eng. Q.* 24(3), 265-281 (2010); ii) Maria și Dan, *Comput. & Chem. Eng.* 35, 177-189 (2011). Doi: 10.1016/j.compchemeng.2010.05.003; iii) Maria și Dan, *Asia-Pacific Jl. Chem. Eng.*, 7, 733-746 (2012). DOI: 10.1002/apj.625; iv) Dan și Maria, *Chem. Eng. & Technol.*, 35(6), 1098-1103 (2012). DOI: 10.1002/ceat.201100706.

#### **4. Optimizarea unor instalații industriale existente**

Încă din primii ani de carieră, dr. Gheorghe Maria a fost implicat în subiecte de cercetare care au vizat optimizarea unor reactoare industriale existente în România. Una dintre aceste aplicații, se referă la optimizarea reactorului de piroliză a hidrocarburilor de la Combinatul Petrochimic Arpechim Pitești, România (1980-1991).

Impact. Studiul s-a axat pe simularea numerică, folosind modele matematice complexe, a transferului termic radiativ în cuptoarele de piroliză, cuplată cu simularea numerică a dinamicii și a performanțelor reactorului tubular de piroliza hidrocarburilor (120 m lungime, 0,3-0,5 m diametru), imersat în cuptorul de piroliză (9×3×6 m) în vederea îmbunătățirii lor. Astfel, studiul a vizat și optimizarea formei eliptice a reactorului tubular de piroliză pentru a intensifica transferul termic. Vezi lucrările: i) Mihail și Maria, Revista de Chimie 32, 988-994 (1981); ii) Ibidem, Revista de Chimie 33, 157-161 (1982); iii) Ibidem, Int. Journal of Heat & Mass Transfer 26, 1783-1789 (1983); iv) numeroase articole ulterioare.