

Dynamic Imaging of Process Plant Reactors and Separators using Electrical Process Tomography

R.A. Williams¹ and M. Wang^{1*}

1 Centre for Particle and Colloid Engineering, School of Process, Environmental and Materials Engineering, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT - United Kingdom

e-mail: r.a.williams@leeds.ac.uk

* The authors are members of the Virtual Centre for Industrial Process Tomography

Résumé — Visualisation dynamique des réacteurs et des séparateurs industriels par tomographie électrique appliquée

— La tomographie électrique commence à trouver des applications dans les procédés industriels en tant qu'instrument de mesure pour la modélisation, la vérification des modèles, le contrôle en ligne et le diagnostic [1, 2]. Cette méthode emploie de simples capteurs disposés sur le pourtour des réacteurs en contact avec le fluide du procédé. Une excitation électrique permet de recueillir une information à partir de laquelle on peut déduire la distribution des propriétés électriques (comme la conductivité ou la constante diélectrique) à l'intérieur du réacteur. Celles-ci peuvent à leur tour être traduites en profils de concentration de produit réactif à l'intérieur du réacteur, à condition que les propriétés électriques des composés soient différentes. Leur intérêt réside également dans la rapidité des mesures électriques.

Lors de ces journées, les auteurs ont décrit les plus récents développements dans l'application de la tomographie par capacité électrique d'une part, par résistance électrique d'autre part, à une sélection de procédés [3-5]. L'objectif était d'illustrer les possibilités de la méthode. L'acquisition rapide des données facilite l'observation des procédés dynamiques.

Les études des systèmes suivants, réalisées en laboratoire et dans l'industrie, ont été présentées :

- cuves agitées gaz-liquide et liquide-liquide (conception de la cuve et extrapolation, cinétique du mélange) ;
- cuves agitées solide-liquide (conception de la cuve et extrapolation, cristallisation et précipitation) ;
- colonnes à bulles gaz-liquide (contrôle des écoulements et de l'aire interfaciale) ;
- séparateurs cycloniques solide-liquide (développement d'un code de dynamique des fluides, contrôle de l'unité en ligne) ;
- séparation solide-liquide (durées des cycles de lavage du produit) ;
- autoclaves de polymérisation (étapes et fin de réaction).

Les perspectives d'intégration des outils de modélisation et de visualisation évoluée avec les modèles de réacteurs chimiques ont été discutées. Des objectifs ont été identifiés, parmi lesquels l'utilisation possible de la cartographie des espèces chimiques.

Mots-clés : mélange, cinétique, réacteurs gaz-liquide, extrapolation.

Abstract — Dynamic Imaging of Process Plant Reactors and Separators using Electrical Process Tomography — *The use of electrical tomography is beginning to find application in industrial processes as a measurement tool for modelling, model verification and on-line monitoring and diagnosis [1, 2].*

The method employs simple sensors arranged on the periphery of process reactors that contact the process fluid. Electrical excitation allows to collect information that can be used to deduce the distribution of electrical properties (such as conductivity, or dielectric constant) within the reactor. These can in turn be related to reactant-product concentration profiles within the reactor, provided that such components exhibit inherent differences in electrical properties. A particular attribute of electrical systems is their ability to make measurements rapidly.

The author reported the most recent developments in the application of electrical capacitance and electrical resistance tomography to a selection of process systems [3-5]. The objective was to illustrate the capabilities of the method. The rapid data collection process facilitates observation of kinetic processes.

Laboratory and industrial studies of the following systems have been presented:

- gas-liquid and liquid-liquid stirred tanks (tank design and scale up, mixing kinetics);
- solid-liquid stirred tanks (tank design and scale up, crystallisation and precipitation);
- gas-liquid bubble columns (flow monitoring and control of interfacial area);
- solid-liquid cyclonic separators (fluid dynamic code development, on-line plant monitoring);
- solid-liquid separation (cycle time in product washing);
- autoclave polymerisers (reaction pathways and endpoints).

Prospects for the integration of advanced visualisation and modelling tools with chemical reactor models have been discussed. Future goals were identified, including the possible use of chemical species mapping.

Keywords: mixing, kinetics, gas-liquid reactors, scale-up.

REFERENCES

- 1 Williams, R.A. and Beck, M.S. (1995) *Process Tomography: Principles, Techniques and Applications*, Butterworth-Heinemann, 550 ff.
- 2 Scott, D.M. and Williams, R.A. (1995) *Frontiers in Industrial Process Tomography*, Engineering Foundation/AIChE, 346 ff.
- 3 Virtual Centre for Industrial Process Tomography (1999) *Proceedings of the First World Congress on Industrial Process Tomography*, Buxton, United Kingdom, Leeds/Manchester, 577 ff.
- 4 West, R.M., Jia, X. and Williams, R.A. (1999) Quantification of Solid-Liquid Mixing Using Electrical Resistance and Positron Emission Tomography. *Chem. Eng. Comms.*, **175**, 71-97.
- 5 Bennett, M.A., West, R.M., Luke, S.P., Jia, X. and Williams, R.A. (1999) Measurement and Analysis of Flows in a Gas-Liquid Column Reactor. *Chem. Eng. Sci.*, **54**, 5003-5012.

Final manuscript received in December 1999