

Tomografia procesowa

Zobacz co się dzieje w trakcie procesu technologicznego

Witold Płaskowski

Pierwszy artykuł z cyklu poświęconego tomografii procesowej — nieinwazyjnej metodzie kontrolno-pomiarowej do wizualizacji wielofazowych procesów produkcyjnych. W następnych artykułach będzie omówione zastosowanie tomografii procesowej w procesach mieszania, w transporcie (np. pneumatycznym) oraz w badaniu struktur produktów, a także aktualne prace nad tomografią procesową oraz jej zastosowaniami.

Tomografia procesowa umożliwia uzyskanie w sposób nieinwazyjny informacji o procesie tam gdzie konwencjonalne przyrządy pomiarowe albo nie mogą być zastosowane wskutek ciężkich warunków panujących wewnątrz instalacji albo obecność ich mogłaby zakłócać zachodzący proces. Coraz częściej występuje konieczność przeprowadzenia bezpośredniej analizy dynamicznych właściwości instalacji przemysłowej. W przyrządach pomiarowych do tego rodzaju zastosowań powinno się stosować czujniki proste, nieinwazyjne, które mogą działać w bliskości mediów agresywnych i przepływających z dużą prędkością. W celu rozwiązania tego problemu rozpoczęto prace nad tomografią procesową. Z prac tych wynikła możliwość zastosowania metody obrazów tomograficznych do opracowywania danych z czujników, w celu uzyskania dokładnych ilościowych informacji z nieosiągalnych dotąd miejsc. Z otrzymanego obrazu można uzyskać informacje o reżymach przepływu, wektorze prędkości, koncentracji komponentów w instalacji przemysłowej lub rurociągu, strukturze produktu i wiele innych. Obecnie można przyjąć, że tomografia procesowa jest tym dla rozwoju procesów produkcyjnych — ich optymalizacji, efektywności i bezpieczeństwa — czym była tomografia medyczna dla rozwoju medycyny.

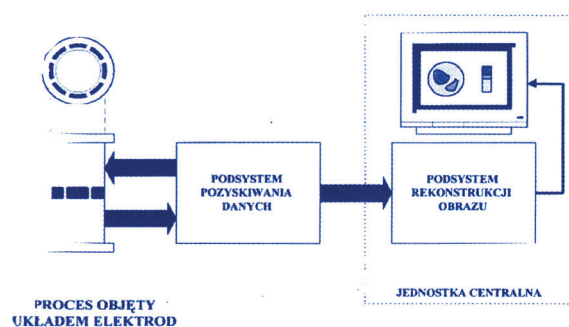
Należy zaznaczyć, że zastosowanie tomografii procesowej przynosi firmom wielomilionowe korzyści, a czas zwrotu inwestycji wynosi poniżej 12 miesięcy.

Ogólne zasady tomografii

Technika tomograficzna opiera się na zbieraniu sygnałów pomiarowych z czujników umieszczonych tak, aby obejmowały przestrzeń, w której zachodzi proces. Z czujników według założonego algorytmu zbierania danych uzyskuje się więc informacje o rodzaju i rozkładzie komponentów w obszarze objętym czujnikami. Poprzez odpowiednie przetwarzanie uzyskanych danych pomiarowych, stosując odpowiednie algorytmy rekonstrukcji, technika tomograficzna umożliwia otrzymanie obrazu przekroju poprzecznego.

Tomograf procesowy (rys. 1.) składa się z trzech podstawowych części:

- ▶ układu czujników obejmujących przestrzeń badaną,
- ▶ układu elektronicznego przetwarzającego sygnały uzyskane z czujników na sygnały binarne, sterującego pobieraniem danych, wzmacniającego, filtrującego itp.,
- ▶ komputera, który steruje pracą całego układu tomografii procesowej, ale głównym jego zadaniem jest rekonstrukcja obrazu, tzn. przetworzenia uzyskiwanych sygnałów na obraz poprzecznego przekroju procesu zachodzącego w przestrzeni objętej układem czujników.



Rys. 1. Ogólny widok tomografu

Dane przetworzone przez układ elektroniczny przetwarza komputer (PC) je na obraz tomograficzny badanego procesu, zgodnie z algorytmem rekonstrukcji.

Przy obecnej szybkości procesorów i układów hardware'owych i multiplexerów można uzyskać, w zależności od rodzaju zastosowanych czujników i metody rekonstrukcji obrazu, nawet powyżej 100 obrazów na sekundę.

Przykłady zastosowań tomografii procesowej

Przykłady zastosowania tomografii w procesach technologicznych, mogących zainteresować czytelników, podano z materiałów z 1. Światowego Kongresu Przemysłowej Tomografii Procesowej w Buxton, 1999, Anglia [1].

- **Monitorowanie przepływów wielofazowych (dwu-/trójfazowych), określenie szybkości przepływu objętościowego (rys. 2).**

- **Rozkład gęstości i prędkości przy transporcie (rys. 3).**

- **Monitorowanie, wizualizacja i optymalizacja procesów mieszania wielofazowego (dwu-/trój-) w mieszalnikach i reaktorach [1.1].**

Obraz procesu mieszania przedstawia rys. 4. Na rys. 5 przedstawiono obrazy efektu mieszania, wyznacza-

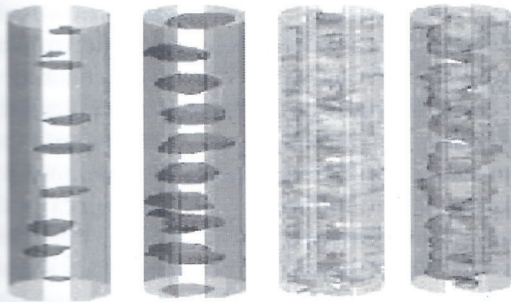
Mgr inż. Witold Płaskowski jest pracownikiem Geac Polska Sp. z o.o.

ne co 3,75 s, na różnych poziomach mieszalnika: a) po wprowadzeniu barwnika o dużej lepkości, b) po wprowadzeniu barwnika o małej lepkości.

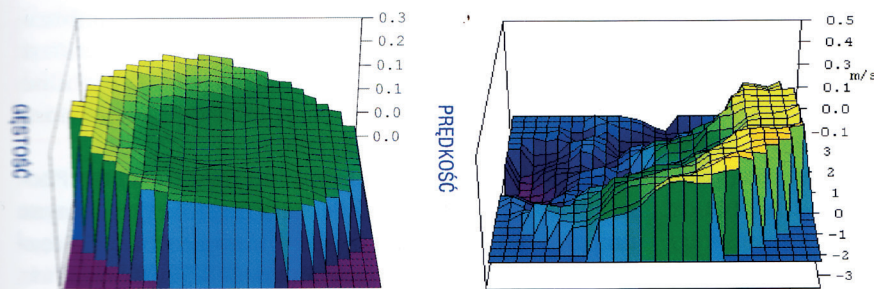
● **Monitoring, wizualizacja i optymalizacja pracy filtrów ciśnieniowych. Wykrywanie defektów w osadach filtracyjnych, nieprawidłowości w formowaniu się warstw osadów (filter-cakes), ustalanie struktury porowatej osadów filtracyjnych [1.3]**

Nierównomierność przemywania filtru przedstawia rys. 6.

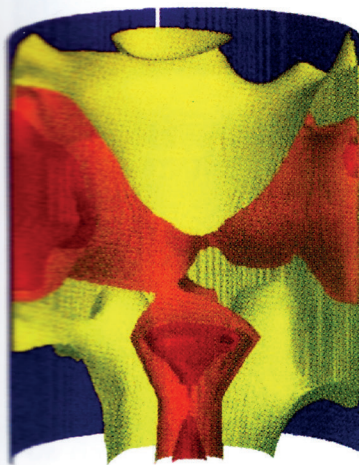
rys. 6.



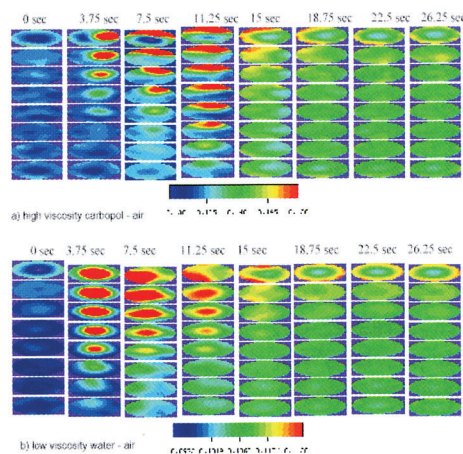
Rys. 2. Obrazy różnego rodzaju przepływu gazu w wodzie – ciecz (lekka)/ciecz (ciężka)/powietrze, np. rurociągi i zbiorniki, separatory [1.2].



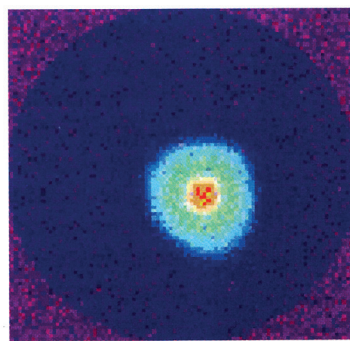
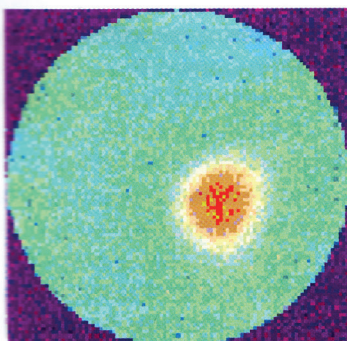
Rys. 3. Obrazy tomograficzne gęstości oraz prędkości



Rys. 4 Obraz pseudotrójwymiarowy procesu mieszania



Rys. 5 Obraz efektu mieszania na różnych poziomach mieszalnika



Rys. 6 Obraz stanu filtra po 88 i 100 minutach płukania

Zakończenie

Tomografia procesowa jest typowym przykładem rozwiązań multidyscyplinarnych. Najtrudniejszym problemem jest praca na styku technolog-specjalista tomografii. Technolog musi dobrze zdefiniować czego się spodziewa, a jednocześnie musi opisać zmiany właściwości fizycznych w zachodzącym procesie. W końcu musi być zdolny do interpretacji uzyskanych obrazów. Te właśnie wymagania powodują, że tomografia procesowa znajduje zastosowanie tam gdzie istnieją dobrze przygotowane zespoły technologów. Głównymi odbiorcami tomografii procesowej są uczelnie, laboratoria wielkich koncernów oraz zakłady produkcyjne przygotowane do stosowania najnowszych technik jak np. ICI, Du-Pont, Unilever, British China, Schlamburger, Zeneca, Montell,

Bibliografia

- [1] Proceeding of 1st World Congress on Industrial Process Tomography, Buxton, 14-17 April 1999, Anglia – artykuły.
- [1.1] Using ERT For Multi-Phase Flow Monitoring W W Loh, R C Waterfall, J Cory and G P Lucas, p. 47.
- [1.2] Measurements of Gas-liquid Mixing in a Stirred Vessel using Electrical Resistance Tomography (ERT). M Wang, A Dorward, D Vlav and R Mann, p. 78.
- [1.3] Control of Pneumatic Conveying Using ECT D Neuffer, A Alvarez, D H Owens, K L Ostrowski, S P Luke and R A Williams, p. 71.

Streszczenia artykułów naukowych

Tomografia procesowa — zobacz co się dzieje w trakcie procesu technologicznego, Witold Płaskowski — s. 22

Pierwszy artykuł z cyklu poświęconego tomografii procesowej. Przedstawiono metodę umożliwiającą uzyskanie informacji o procesie w sposób nieinwazyjny. Podano przykłady zastosowania.

The process tomography — see what happens during manufacturing process, Witold Płaskowski — p. 22

The paper begins the serial dedicated to the process tomography technique. The method to obtain information about the manufacturing process by non invasive method. The application examples are given.