

Tomografia procesowa

Czy wiesz jak mieszać?

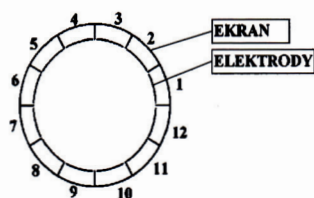
Witold Płaskowski

Proces mieszania jest jednym z procesów najczęściej stosowanych w produkcji bez względu na jej rodzaj. Proces ten jest bardzo trudny do monitorowania, a są w nim zamrożone oszczędności, które można by uwolnić z chwilą jego optymalizacji. W PAR 6/2001 przedstawiłem ogólne zasady działania tomografii procesowej. W tym artykule przedstawiam, w jaki sposób zalety i funkcjonalność tomografii procesowej można przełożyć na korzyści i jak tego dokonać przez sterowanie procesami mieszania i ich monitorowanie.

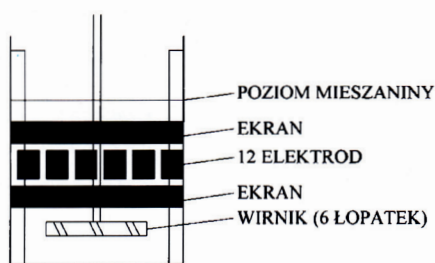
Obszary, w których można szukać oszczędności to:

- ▶ zużycie energii,
- ▶ uzyskanie optymalnego efektu mieszania, zatem oczekiwanej jakości produktu,
- ▶ sterowanie czasem mieszania.

Dzięki zastosowaniu metody tomograficznej można w sposób on-line monitorować proces mieszania. Umieszczając w odpowiedni sposób (rys. 1 i 2) czujniki pojemnościowe i rezystancyjne [1] można uzyskiwać obraz

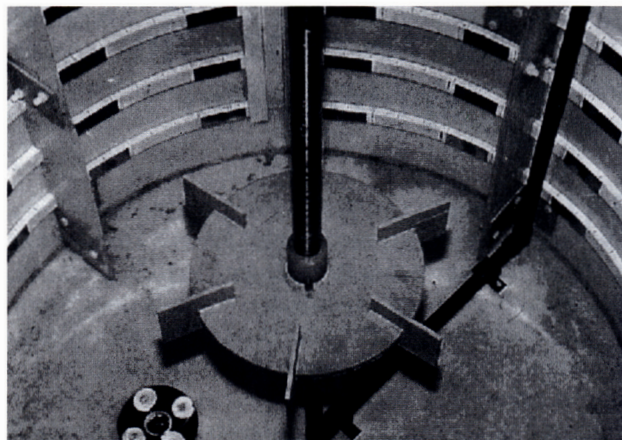


Rys. 1. Układ czujników

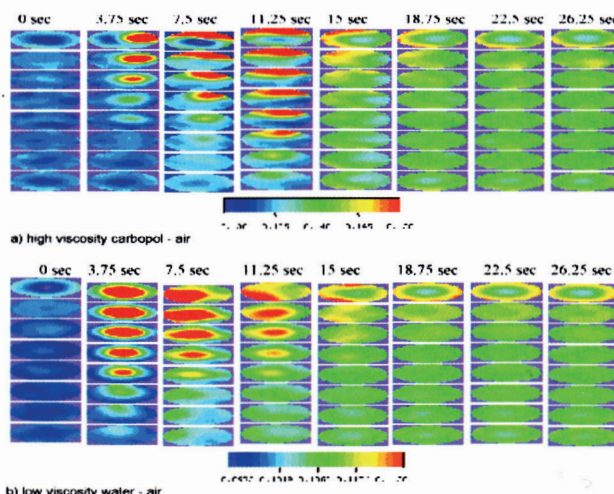


Rys. 2. Umieszczenie czujników jednego poziomu w mieszalniku

przekroju poprzecznego mieszalnika, w którym następuje proces mieszania (rys. 3) [1]. Przy zastosowaniu n poziomów czujników, po obróbce komputerowej można otrzymać trójwymiarowy obraz procesu mieszania w danej chwili (rys. 5) [2]. Przy użyciu komputerów i układów elektronicznych o odpowiedniej szybkości działania (obecnie dostępnych) można uzyskiwać do 100 obrazów na sekundę, zatem istnieje możliwość ciągłego



Rys. 3. Mieszalnik gaz/ciecz z 16 elektrodami na ośmiu poziomach (średnica 1,43 m, 6 standardowych łopatek wirnika turbiny Rushton, 4 pionowe przegrody)

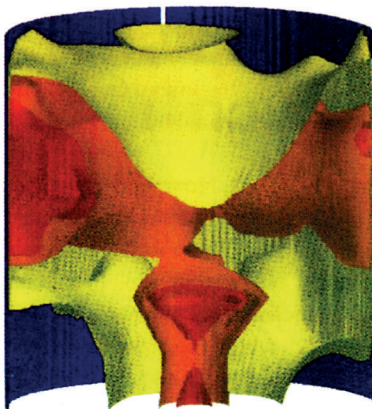


Rys. 4. Zmiany wymieszania w czasie na poszczególnych poziomach

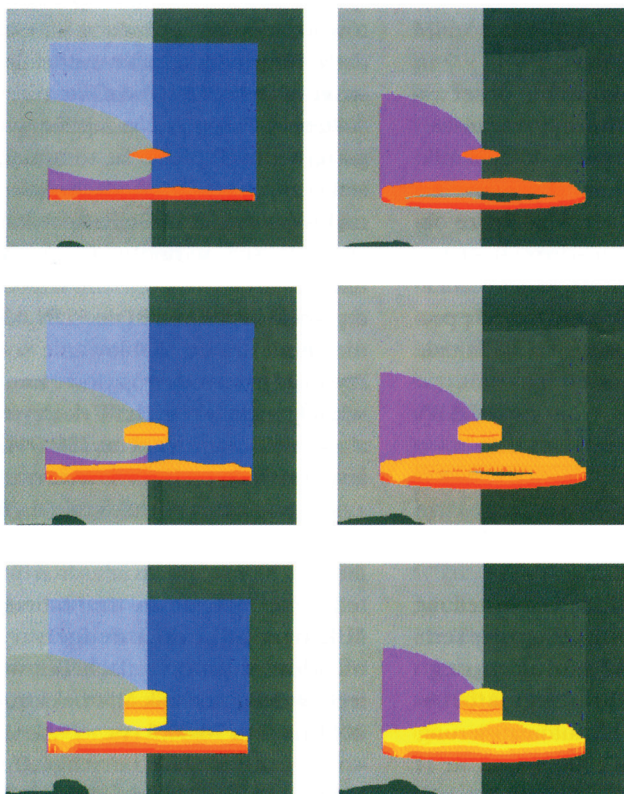
monitorowania procesu mieszania i sterowania nim. Na rys. 4 pokazano wyniki monitorowania procesu mieszania dwufazowego [2]. Można zauważyć, jak zmienia się w czasie proces mieszania na poszczególnych poziomach. W pierwszym przypadku proces ten kończy się po 22,5 s, a w drugim – po 26,25 s.

Uzyskiwane informacje o procesie mieszania mogą przekładać się na sygnały sterujące procesem i w odpowiednim czasie zatrzymywanie procesu [3], dzięki czemu można uzyskać bardzo duże oszczędności energii oraz poprawę jakości produktu, co przekłada się na obniżenie kosztów i optymalizację procesu, gdyż zbyt długie mieszanie powoduje niszczenie wyrobu uzyskanego w optymalnym czasie mieszania.

Mgr inż Witold Płaskowski jest konsultantem biznesowym w GEAC Polska Sp. z o.o.

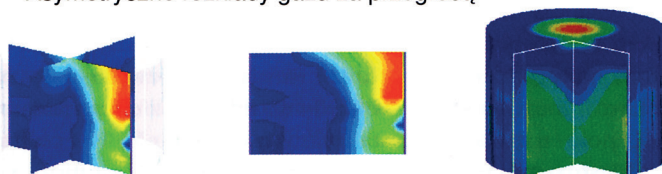


Rys. 5.
Chwilowy obraz 3D
efektu mieszania

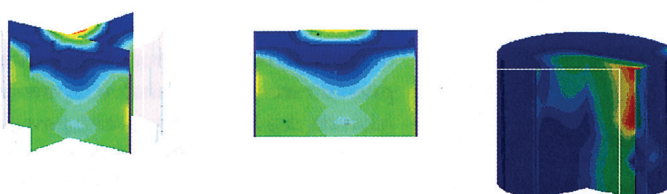


Rys. 6. Obrazy tomograficzne pokazują odkładanie się komponentu stałego na dysku wirnika

Asymetryczne rozkłady gazu za przegrodą



Rozkład gazu przy zasilaniu centralnym, poniżej wirnika



Rys. 7. Trzy różne przedstawienia patologicznej miejscowej asymetrii gazu: dwa ortogonalne przecięcia płaszczyzn x-y, przecięcie płaszczyzną x-y oraz wycięcie 1 trójwymiarowego obrazu

Rysunki 6 i 7 przedstawiają różne obrazy procesu mieszania otrzymane dzięki zastosowaniu tomografii procesowej [1, 2, 4]. Szczególnie ciekawe są obrazy odkładania się komponentu stałego na dysku wirnika w poszczególnych fazach mieszania (rys. 6). Na rys. 7 przedstawiono niektóre możliwości przedstawiania obrazów procesu mieszania gaz-ciecz.

Należy zaznaczyć, że metoda tomograficzna nie ingeruje w proces mieszania, a więc nie powoduje w nim zakłóceń. Koszty związane z wdrożeniem przedstawionej metody są na poziomie kilkuset tysięcy złotych + koszty układu pomiarowego. Naturalnie zależą one od rodzaju i wielkości mieszalnika oraz stosowanych komponentów. Czas wdrożenia zależy od rodzaju procesu mieszania. Szacuje się, że czas wdrożenia nie powinien być dłuższy niż 8 miesięcy, a czas zwrotu kosztów inwestycji nie dłuższy niż 12 miesięcy.

Obecnie tomografia procesowa jest z powodzeniem stosowana przez duże koncerny przemysłowe w wielu procesach technologicznych [5], na przykład przy monitorowaniu i sterowaniu procesem mieszania proszków do prania (oszczędności na poziomie 1 mln GBP rocznie). Znanе koncerny, takie jak Zeneca, DuPont, Unilever, od wielu lat uczestniczą w programach rozwoju tej nowej techniki, gdyż zastosowanie jej w procesach mieszania już przyniosło im znaczące korzyści finansowe, a wiele rozwiązań technicznych stanowi obecnie tajemnicę przemysłową.

Bibliografia

1. Dyakowski T., Frączak M., Mann R., Piotrowski T., Płaskowski A., Zygmunt B.: Zastosowania tomografii elektrycznej. III Krajowy Kongres Technologii Chemicznej. Gliwice, 4 września 2000, s. 62.
2. Wang M., Dorward A., Vleav D., Mann R.: Measurements of Gas-Liquid Mixing in a Stirred Vessel Using Electrical Resistance Tomography (ERT). 1st World Congress on Industrial Process Tomography, April 14-17, 1999, s. 78 – 83.
3. Płaskowski A., Płaskowski W.: Tomografia procesowa a zintegrowane systemy zarządzania przedsiębiorstwem. VIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Łódź, 19-20 październik 2000, s. 369 – 379.
4. Płaskowski A., Piotrowski T., Zygmunt B.: Tomografia procesowa: Zastosowanie do wizualizacji, projektowania i sterowania procesami wielofazowymi. II Krajowa Konferencja Techniczna: Zarządzanie ryzykiem w eksploatacji rurociągów. Metody badań i kontroli rurociągów przesyłowych i technologicznych. Płock, 25 – 26 maja 2000, s. 185 – 192.
5. I Sympozjum Tomografii Procesowej. Jurata, 18 – 19 maja 2000, Pomiary Automatyka Robotyka 6/2000, s. 19.