

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA KONTROLI I STEROWANIA PRZEBIEGIEM PROCESU MIESIENIA CIASTA CHŁEBOWEGO MIESIARKĄ SPIRALNĄ

Agnieszka Wierzbicka*, Małgorzata Kosicka**, Jerzy Gębski**

*Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej

**Katedra Organizacji i Ekonomiki Konsumpcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W pracy przedstawiono propozycję kontroli procesu mieszenia ciasta chłebowego w miesiarce spiralnej poprzez pomiar takich parametrów procesu, jak: moment obrotowy na wale mieszadła, temperatura wyrabianej masy, energia zużyta na proces oraz czas jego trwania. Pomiary prowadzono przy użyciu czujników rozmieszczonych w odpowiednich miejscach w urządzeniu. Rejestracja mierzonych wielkości prowadzona była przez komputer PC z zastosowaniem karty przetwornika analogowo-cyfrowego. Zarejestrowane wielkości posłużyły do utworzenia modeli procesu mieszenia dla poszczególnych składów recepturowych.

Słowa kluczowe: rejestracja danych, pomiary wielkości elektrycznych, mieszenie, modelowanie matematyczne

WSTĘP

W celu wprowadzenia nowoczesnych metod kontroli jakości w technologicznym procesie wytwarzania półproduktów piekarskich należy ograniczyć do minimum tzw. „czynnik ludzki”, stosując zdefiniowane, wystandaryzowane parametry.

Rozwijająca się ekspansywnie elektronika pozwala na coraz dokładniejsze i precyzyjniejsze pomiary, zaś błyskawiczny postęp w dziedzinie techniki cyfrowej, zwłaszcza komputerów, umożliwia zdjęcie pomiarowych funkcji kontrolnych z człowieka i przeniesienie ich do komputera sterującego systemem pomiarowym. Od strony merytorycznej celem rozwoju systemów pomiarowych jest umożliwienie człowiekowi poznania nowych, niemierzalnych dotąd obszarów, zaś od strony użytkowej – stworzenie mechanizmów i narzędzi uwalniających użytkownika od konieczności ręcznego sterowania zestawem przyrządów.

Systemy pomiarowe charakteryzują się ogromną różnorodnością standardowych i firmowych rozwiązań. Systemy, w których grupa urządzeń podłączona jest przez układ sprzęgający (interfejs) do komputera typu PC, a do zbierania, przetwarzania i prezentacji danych pomiarowych wykorzystywane są zwykle powszechnie stosowane w świecie

firmowe pakiety oprogramowania, nazywa się komputerowymi systemami pomiarowymi [Winiecki 1997].

Systemy pomiarowo-kontrolne stanowią obecnie integralną część każdego procesu technologicznego. Procesy takie kontrolowane są głównie poprzez pomiary parametrów wytwarzanych produktów, jak i parametrów urządzeń technologicznych służących do ich wyrobu. Kontrola ta polegała dawniej głównie na odczycie wskazań odpowiedniego zestawu przyrządów. Kiedy liczba kontrolowanych parametrów była znaczna, panowanie nad prawidłowością procesu stało się trudne. Automatyzacja procesów technologicznych przyczyniła się również do automatyzacji pomiarów, czyli wprowadzenia systemów pomiarowo-kontrolnych. W takich systemach stosuje się zwykle znaczne ilości czujników rozmieszczonych terytorialnie na całym kontrolowanym obiekcie i przetworników formujących sygnały wykorzystywane dalej przez regulatory sterujące procesem technologicznym. Tego typu systemy znalazły główne zastosowanie w przemyśle [Winiecki 1997].

CEL PRACY

Celem pracy było opracowanie systemu kontrolno-pomiarowego w procesie mieszenia ciasta chlebowego z zastosowaniem miesiarki spiralnej.

MATERIAŁ I METODYKA

Laboratoryjne stanowisko pomiarowe zbudowano zostało na bazie zagniataarki spiralnej SIGMA MG 12. Miesiarkę produkcji seryjnej wyposażono w urządzenia własnej konstrukcji, służące do pomiaru momentu obrotowego (umieszczone szeregowo na wale mieszadła), jak również w czujniki temperatury usytuowane w charakterystycznych punktach komory mieszenia (dzieży miesiarki). Widok ogólny opisywanego stanowiska badawczego przedstawia rysunek 1.

Pomiary wartości momentu obrotowego na wale mieszadła, jak również mierzone temperatury rejestrowane były przez komputer PC. Wszystkie sygnały pomiarowe przekazywane były przez kartę przetwornika analogowo-cyfrowego PCL 818 LS firmy ADVANTECH umieszczoną w komputerze PC.

W opracowanych stanowiskach badawczych założono, że wielkości fizyczne występujące podczas pracy, w miarę możliwości technicznych będą przekształcane do postaci sygnałów napięciowych przez odpowiednie układy czujników oraz przetworników pomiarowych. Następnie zostaną poddane konwersji analogowo-cyfrowej do postaci umożliwiającej obróbkę numeryczną.

Do pomiaru sygnałów napięciowych zastosowano specjalizowany moduł akwizycji danych typu PCL-818L firmy Advantech Co. [Advantech 1995], w którym tor przetwarzania analogowo-cyfrowego charakteryzuje się następującymi parametrami:

- | | |
|--|--|
| – rozdzielczość | $r_{ac} = 12 \text{ bit};$ |
| – zakres pomiarów | $U_z = \pm 0,625, \pm 1,25, \pm 2,5, \pm 5 \text{ V};$ |
| – maksymalna częstotliwość próbkowania | $f_z = 40 \text{ kHz};$ |
| – błąd przetwarzania | $\Delta u_p = \pm 1 \text{ LSB};$ |
| – błąd nieliniowości | $\Delta u_n = \pm 1 \text{ LSB}.$ |



Rys. 1. Stanowisko badawcze do pomiaru procesu mieszenia: 1) miesiarka spiralna SIGMA MG12 o zmodyfikowanej konstrukcji, 2) komputer PC, 3) układ elektroniczny pomiaru momentu obrotowego i temperatury

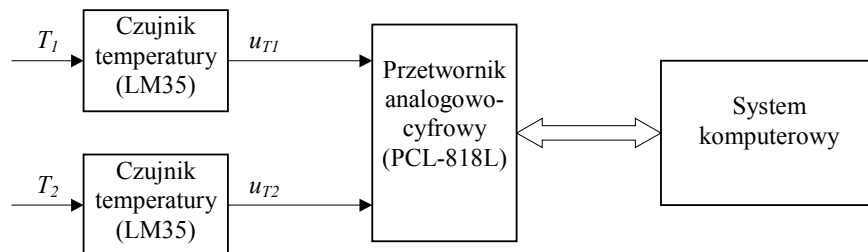
Fig. 1. The testing stand for the measurement of the blending process: 1) a spiral mixer SIGMA MG12 with a modified construction, 2) PC, 3) an electronic system for the measurement of the torque and temperatures

Do pomiaru sygnałów napięciowych zastosowano specjalizowany moduł akwizycji danych typu PCL-818L firmy Advantech Co. [1995], w którym tor przetwarzania analogowo-cyfrowego charakteryzuje się następującymi parametrami:

- | | |
|--|--|
| – rozdzielczość | $r_{ac} = 12 \text{ bit};$ |
| – zakres pomiarów | $U_z = \pm 0,625, \pm 1,25, \pm 2,5, \pm 5 \text{ V};$ |
| – maksymalna częstotliwość próbkowania | $f_z = 40 \text{ kHz};$ |
| – błąd przetwarzania | $\Delta u_p = \pm 1 \text{ LSB};$ |
| – błąd nieliniowości | $\Delta u_n = \pm 1 \text{ LSB}.$ |

Do pomiaru temperatury w opracowanym systemie wykorzystano półprzewodnikowe czujniki typu LM35 firmy National Semiconductor Co. [1997], które charakteryzują się błędem bezwzględnym $\Delta T \leq \pm 0,1^\circ\text{C}$ dla wykorzystanego podczas badań zakresu zmian temperatury. Sposób dołączenia czujników temperatury do systemu pomiarowego został przedstawiony na rysunku 2. Czujniki te, uzyskując temperaturę obudowy zgodną z badanym elementem, wytwarzają sygnał napięciowy o wartości określonej przez równanie (1) i przekazują go do przetwornika analogowo-cyfrowego celem przetworzenia na postać cyfrową oraz do dalszej obróbki.

$$u_{T1(T2)} = K_T T_{1(2)}, \quad K_T = 10 \cdot 10^{-3} \text{ V}/^\circ\text{C} \quad (1)$$

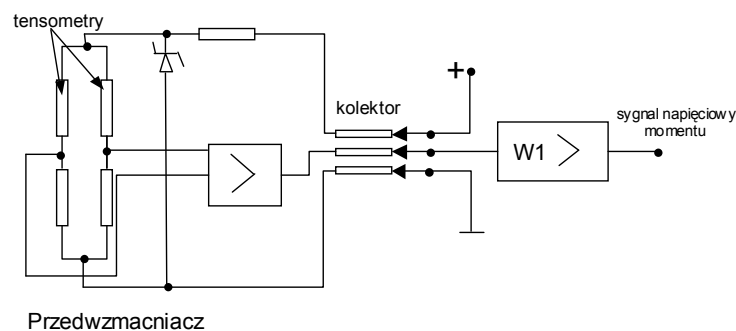


Rys. 2. Schemat układu pomiarowego temperatury zastosowanego w stanowisku badawczym

Fig. 2. A chart of the temperature measurement system applied in the testing stand

Na stanowisku badawczym do pomiaru temperatury wybrano zakres napięcia równy 0,625 V przetwarzanego przez przetwornik analogowo-cyfrowy (oprogramowanie modułu akwizycji danych PCL818LS pozwala na indywidualną konfigurację poszczególnych kanałów wejściowych), uzyskując w ten sposób największą dokładność pomiaru.

Na wale mieszadła wbudowano szeregowo układ do pomiaru momentu obrotowego przyłożonego do mieszadła. Mierzony moment był wprost proporcjonalny do wielkości ugięcia listwy pomiarowej, na której umieszczono dwa tensometry foliowe TF5. Schemat blokowy układu elektronicznego do pomiaru momentu obrotowego obrazuje rysunek 3. Błąd względny przy pomiarze momentu obrotowego wynosił $|\Delta M| \leq \pm 0,1$ Nm.



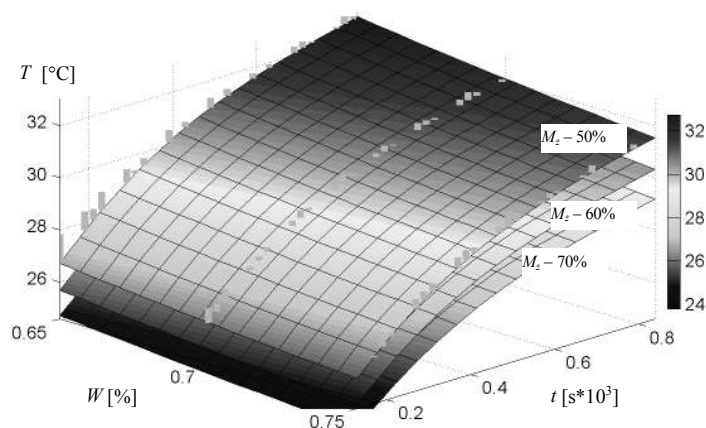
Rys. 3. Schemat blokowy układu elektronicznego pomiaru wartości momentu na wale mieszadła na stanowisku badawczym (wersja z zastosowaniem karty przetwornika PCL 818LS)

Fig. 3. A block draft of the electronic system of torque measurement on a blender shaft on a testing stand (the version with an application of the transformer card PCL 818LS

Układ pomiarowy momentu obrotowego został wykonany w dwóch wersjach. W wersji pierwszej do gromadzenia danych pomiarowych użyto karty przetwornika analogowo-cyfrowego firmy Advantech PCL 818LS. W drugiej wersji wykorzystano układ przetwornika analogowo-cyfrowego wykonanego dla potrzeb urządzenia. W wersji z zastosowaniem przetwornika własnej konstrukcji do komunikacji z komputerem użyto interfejsu poprzez port równoległy (LPT1) komputera.

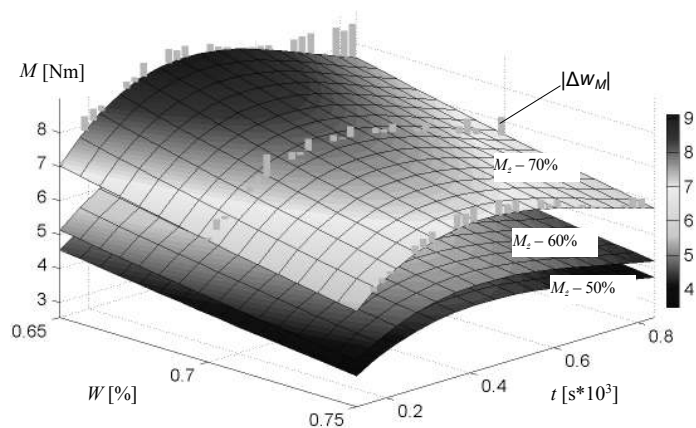
WYNIKI BADAŃ

Zastosowane urządzenia pomiarowe wykorzystano do pomiaru parametrów procesu miesienia dla różnych składów recepturowych ciast chlebowych. Uzyskane wyniki pomiarów poddano dalszej obróbce statystycznej. Do oceny uzyskanych wyników badań zastosowano różne techniki ich analizy. Podstawowym sposobem tworzenia modeli była metoda aproksymacyjna.



Rys. 4. Wyniki dopasowania modelu matematycznego do danych pomiarowych temperatury dla prób o zawartości mąki żytniej 70, 60 i 50%

Fig. 4. Results of the mathematical model matching with the temperature measurements for samples with rye flour content 70,60 and 50%



Rys. 5. Wyniki dopasowania wielomianowego modelu matematycznego do wybranych danych z pomiarów momentu dla prób o zawartości mąki żytniej 70, 60 i 50%

Fig. 5. Results of multinomial mathematical model's matching to the selected data from the torque measurement for samples with rye flour content 70, 60 and 50%

WNIOSKI

1. Kontrola i analiza parametrów procesu mieszenia ciasta chlebowego prowadzi do zachowania właściwych dla danego składu recepturowego reżimów, takich jak temperatura, czas mieszenia czy prędkość obrotowa mieszadła.
2. Zastosowanie kontroli i sterowania procesem wraz z komputerowym monitoringiem w maszynach mieszalniczych z wykorzystaniem nowoczesnych systemów informatycznych pozwala na uzyskanie właściwych, standardowych i powtarzalnych parametrów procesu wytwarzania.

PIŚMIENNICTWO

- Advantech 1995: PCL-818L high-performance DAS card with programmable gain, user's manual. Advantech Co., Taiwan
- National 1997: Precision Centigrade Temperature Sensors. National Semiconductor Co., <http://www.national.com>
- Nawrocki W. 2002: Komputerowe systemy pomiarowe. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa
- Winiecki W. 1997: Organizacja komputerowych systemów pomiarowych. Oficyna Wydawnicza, Warszawa.

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF CONTROL AND STEERING DURING THE PROCESS OF BREAD DOUGH MIXING WITH A SPIRAL BLENDER

Summary. The paper presents a suggestion for bread dough mixing process control in a spiral blender by means of measurement of such process parameters as the torque on the stirrer shaft, the temperature of the blended mass, energy consumption in the process and the time of its lasting. The measurements were taken by means of sensors attached in adequate places in the equipment. The recording of the taken measurements was carried out by a PC using an analog-digital transformer card. The recorded measurements were used to create models of the blending processes for different recipe options..

Key words: recording of measurements, measurements of electric values, blending, mathematical modelling

Recenzent: prof. dr hab. Janusz Laskowski