

Mikroprocesorowy system pomiaru wilgotności mas formierskich

Tadeusz Mikulczyński
Rafał Więclawek
Marian Bogdan

Właściwości technologiczne masy formierskiej decydują o jakości wykonywanych form, a tym samym o jakości wytwarzanych odlewów. Sąd niezmiernie ważnymi w odlewnictwie są pomiary i regulacja podstawowych właściwości technologicznych mas formierskich. Szczególnie istotne znaczenie ma stabilizacja wilgotności masy na zadanym poziomie.

Znane i stosowane metody pomiaru wilgotności mas formierskich mają wady i ograniczenia [1, 2]. Laboratoryjne metody są długotrwałe, metody chemiczne mało dokładne, większość metod fizycznych i elektrycznych jest bardzo wrażliwa na zmiany składu masy formierskiej, podobnie jak metody jądrowe czy ultradźwiękowe [4, 5]. Stąd wciąż poszukiwane są nowe metody pomiaru wilgotności masy [3], które charakteryzowałyby się krótkim czasem i dużą dokładnością pomiaru oraz nieznaczną wrażliwością na zmiany składu masy.

Do takich metod można zaliczyć nową metodę pomiaru wilgotności mas formierskich, która została opracowana w Laboratorium Podstaw Automatyzacji Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej. Ocena wilgotności nową metodą polega na wykorzystaniu wyników pomiarów ciśnienia w komorze powrotnej głowicy do dynamicznego prasowania mas formierskich podczas dynamicznego prasowania próbki badanej masy.

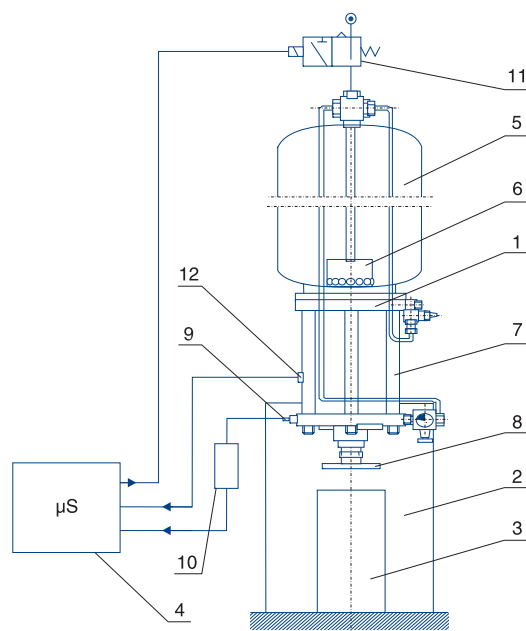
Stanowisko pomiarowe

Schemat stanowiska do pomiaru wilgotności mas formierskich nową metodą pokazano na rys. 1. W skład stanowiska wchodzi:

- głowica do dynamicznego prasowania mas formierskich (1),
- konstrukcja nośna (2),
- tuleja pomiarowa ~ 100x250 mm (3),
- system mikroprocesorowy (4).

Głowica do dynamicznego prasowania jest zbudowana z: siłownika pneumatycznego (7), zbiornika akumulacyjnego (5), samoczynnego zaworu impulsowego (6), płyty prasującej (8) i zaworu rozdzielającego (11).

Stanowisko jest wyposażone w zestaw pomiarowy, przeznaczony do pomiaru ciśnienia w komorze powrotnej głowicy prasującej. Zestaw pomiarowy składa się z piezoelektrycznego czujnika ciśnienia (9) i wzmac-



Rys. 1. Schemat budowy stanowiska pomiarowego: głowica dynamicznie prasująca (1), konstrukcja nośna (2), tuleja pomiarowa (3), system mikroprocesorowy (4), zbiornik akumulacyjny (5), zawór impulsowy (6), siłownik pneumatyczny (7), płyta prasująca (8), piezoelektryczny czujnik ciśnienia (9), wzmacniacz ładunku (10), zawór rozdzielający (11), wskaźnik położenia (12)

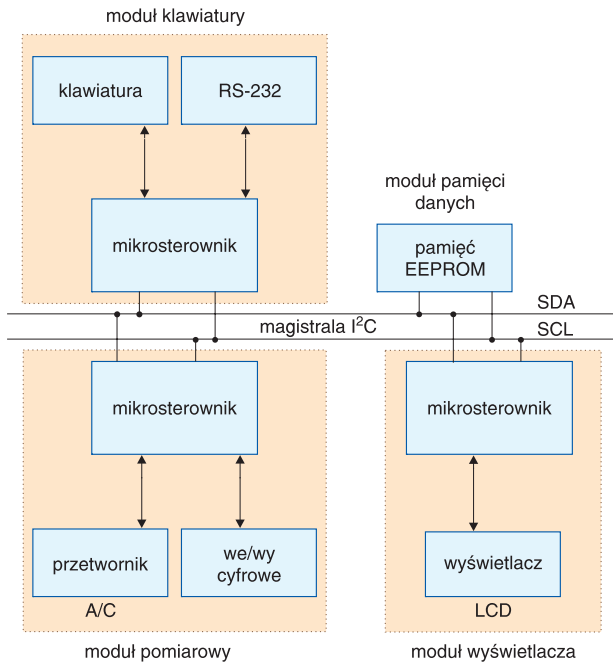
niacza ładunku (10). Przebiegiem procesu pomiarowego steruje opracowany system mikroprocesorowy opisany niżej.

System mikroprocesorowy

Na rys. 2 pokazano schemat budowy opracowanego systemu mikroprocesorowego. Jest to rozwiązanie sieciowe, w którym występuje podział realizowanych funkcji na cztery niezależne moduły: klawiatury, wyświetlacza, pamięci danych oraz pomiarowy. Do komunikacji między modułami zastosowano magistralę I²C.

Głównym urządzeniem każdego modułu, z wyjątkiem modułu pamięci, jest 8-bitowy mikrosterownik AT89C4051 firmy Atmel. Urządzenie to jest wykonane w technologii CMOS, ma 4 kB pamięci nieulotnej *flash* i jest programowane zgodnie ze standardem MCS-51. Wszystkie zastosowane mikrosterowniki zostały oprogramowane w assemblerze, łącznie z procedurami obsługi magistrali I²C.

*Prof. dr hab. inż. Tadeusz Mikulczyński i dr inż. Rafał Więclawek – Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej
Dr inż. Marian Bogdan – Instytut Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej*



Rys. 2. Schemat blokowy mikroprocesorowego systemu pomiaru wilgotności

Magistrala I²C

Standard komunikacji I²C, opracowany przez firmę Philips, jest szeroko stosowany w urządzeniach audio-wideo, telekomunikacji i systemach elektroniki przemysłowej. Transmisja danych odbywa się szeregowo, w dwóch kierunkach, przy użyciu dwóch linii. Jedną z nich są przesyłane impulsy zegarowe synchronizujące transmisję, natomiast drugą linią są przesyłane dane w dwóch kierunkach. W transmisji danych uczestniczy układ nadrzędny (*master*) oraz jeden lub więcej układów podrzędnych (*slave*). Transmisja bloku danych musi być poprzedzona odpowiednim sygnałem start, natomiast koniec transmisji wskazuje sygnał stop. Długość przesyłanego bloku danych jest nieograniczona, przy czym odbiór każdego przesłanego bajtu musi być potwierdzony odpowiednim sygnałem.

Przemysłowa norma magistrali I²C zakłada możliwość taktowania transmisji sygnałem zegarowym o częstotliwości od 0 do 100 kHz, natomiast liczba układów *slave* może być dowolna, pod warunkiem, że pojemność połączeń nie przekroczy maksymalnej wartości równej 400 pF.

Dzięki stosowaniu interfejsu I²C w projektowanych układach elektronicznych, znacznie zmniejsza się liczba stosowanych przewodów i złączy między modułami, dzięki czemu też wzrasta odporność na zakłócenia. Ponadto dodatkowe układy, korzystające z magistrali, mogą być dodawane lub wyłączane bez jakiegokolwiek ingerencji w połączenia pozostałych elementów z magistralą.

Moduł klawiatury

Moduł klawiatury jest układem nadrzędnym w systemie, stanowi element interfejsu urządzenie-użytko-

wnik i służy do sterowania pracą pozostałych modułów systemu. Moduł ten jest zbudowany z mikrosterownika i przyłączonej do jego wyprowadzeń matrycy 16 przełączników (klawiszy). Każdemu klawiszowi została przyporządkowana odpowiednia wartość liczbową lub funkcja. Mikrosterownik stale monitoruje stan wejść i w przypadku zmiany stanu któregośkolwiek z nich, identyfikuje naciśnięty klawisz i realizuje przypisane mu zadania.

Dzięki modułowi klawiatury użytkownik może wydawać systemowi polecenia: pomiaru wilgotności, pomiaru ciśnienia, odczytu i zapisu danych do pamięci EEPROM.

Moduł wyświetlacza

W module wyświetlacza zastosowano ciekłokrystaliczny wyświetlacz alfanumeryczny LCD 2x16 znaków, oparty na popularnym sterowniku HD44780 (firmy Hitachi). Pracą wyświetlacza steruje mikrosterownik, który odbiera komunikaty wysyłane przez moduł klawiatury oraz moduł pomiarowy i przetwarza je na postać zrozumiałą dla wyświetlacza. Dzięki zastosowaniu wyświetlacza, system zapewnia użytkownikowi prostą, intuicyjną obsługę, na bieżąco informuje o stanie urządzenia oraz prezentuje wyniki pomiarów.

Moduł pomiarowy

Moduł pomiarowy jest zbudowany z 8-bitowego przetwornika analogowo-cyfrowego ADC0804, którego pracą steruje mikrosterownik. Przetwornik jest monolitycznym układem CMOS, zawierającym 8-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy i logiczne układy sterujące. Konwersja analogowo-cyfrowa jest realizowana metodą kolejnych przybliżeń.

Ponadto do dwóch wyprowadzeń mikrosterownika, poprzez izolację galwaniczną są podłączone: jedno wejście i jedno wyjście cyfrowe.

Moduł pomiarowy, poprzez podanie sygnału na wyjście cyfrowe, inicjuje proces zagęszczania masy i rejestruje maksymalną wartość ciśnienia w komorze powrotnej głowicy. Po odebraniu na wejściu cyfrowym sygnału zakończenia procesu zagęszczania masy, następuje obliczenie wartości wilgotności. Wynik obliczeń jest przesyłany do modułu wyświetlacza.

Moduł pamięci

Moduł pamięci stanowi układ scalony 24LC02B o pojemności 4 kbit. Zapis i odczyt danych jest realizowany poprzez magistralę I²C.

W module pamięci jest przechowywana tablica wartości funkcji $p_m = f(W)$ (rys. 4), która przedstawia korelację: maksymalna wartość ciśnienia w komorze powrotnej głowicy – wilgotność masy formierskiej. Zależność ta służy do obliczania wilgotności na podstawie zmierzonej wartości ciśnienia w komorze powrotnej głowicy podczas zagęszczania próbki masy formierskiej.

Obsługa systemu

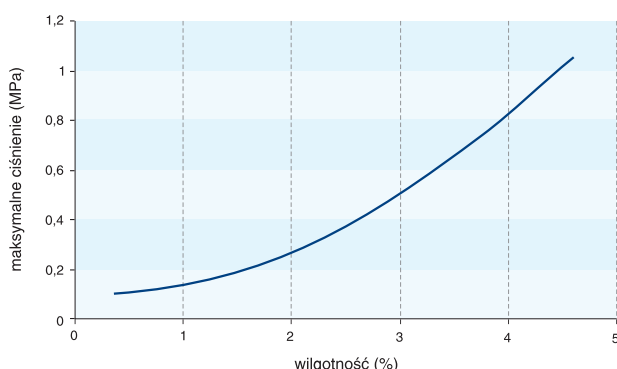
Dzięki opracowanemu systemowi wykonywanie pomiarów wilgotności zostało uproszczone do minimum. Po wydaniu polecenia „Pomiar wilgotności” system automatycznie uruchamia proces zagęszczania masy formierskiej i rejestruje przebiegi zmian ciśnienia w komorze powrotnej głowicy. Po zagęszczeniu materiału następuje wycofanie tłoczyska siłownika, a na wyświetlaczu jest prezentowany wynik pomiaru wyrażony w procentach zawartości wody. Proces pomiarowy, nie licząc czasu przygotowania próbki badanej masy, trwa około 5 sekund. System zapewnia także możliwość pomiaru maksymalnej wartości ciśnienia, którą można wykorzystać do określenia charakterystyki wzorcowej dla nowego rodzaju materiału. Użytkownik może także, w razie potrzeby, zmieniać wartości zależności $p_m = f(W)$.

Wykonywanie pomiarów

Pomiar wilgotności może być zainicjowany, gdy są spełnione następujące warunki:

- płyta prasująca znajduje się w pozycji wyjściowej (wsunięte tłoczysko siłownika),
- ciśnienie w zbiorniku akumulacyjnym uzyska zadaną wartość (0,6 MPa),
- tuleja pomiarowa jest wypełniona badanym materiałem.

Przebieg wykonywania pomiarów na stanowisku pokazanym na rys. 1 jest następujący: system podaje sygnał napięciowy na cewkę elektromagnetyczną zaworu rozdzielającego, powodując jego przesterowanie. Zmiana położenia zaworu powoduje nagłe otwarcie wylotu zbiornika akumulacyjnego i duże przyspieszenie tłoka siłownika oraz płyty prasującej. Podczas prasowania masy system rejestruje maksymalną wartość ciśnienia w komorze powrotnej głowicy prasującej. Gdy wskaźnik (12) zasygnalizuje położenie dolne tłoczyska siłownika, system przerywa zasilanie cewki zaworu rozdzielającego i następuje samoczynny wsuw tłoczyska siłownika.



Rys. 3. Zależność $p_m = f(W)$ dla masy formierskiej z bentonitem Bentomak

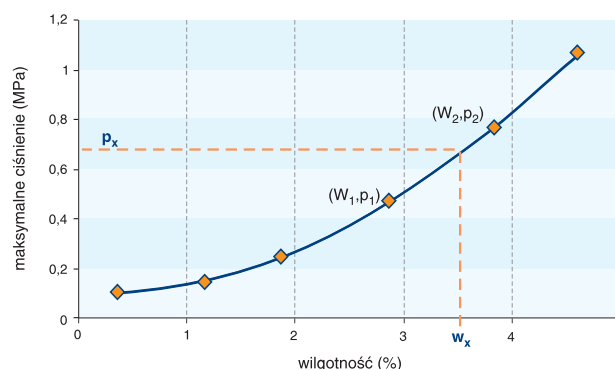
Jak wykazano w [6], do oceny wilgotności masy formierskiej można wykorzystać zależność $p_m = f(W)$, która przedstawia zależność: maksymalna wartość ciśnienia w komorze powrotnej głowicy – wilgotność masy

formierskiej. Zależność tę (rys. 3) można aproksymować wielomianem

$$p_m = -0,00036W^5 + 0,003W^4 - 0,012W^3 + 0,064W^2 - 0,015W + 0,099 \quad (1)$$

który obowiązuje dla masy formierskiej o składzie: piasek kwarcowy, bentonit Bentomak – 6 %, pył węglowy – 1,5 %, woda – 0,3–4,6 %.

Na podstawie zależności (1) i zmierzonej wartości ciśnienia można obliczyć wartość wilgotności badanej próbki masy formierskiej. Jednakże, ze względu na trudności w implementacji takiego algorytmu obliczeniowego w programie mikrosterownika 8-bitowego, zdecydowano się na inne rozwiązanie.



Rys. 4. Reprezentacja zależności $p_m = f(W)$ w systemie mikroprocesorowym

Zależność (1) jest reprezentowana w systemie w postaci tabeli wartości funkcji $p_m = f(W)$ dla wybranych wartości wilgotności. W rezultacie takiego uproszczenia, do obliczeń jest stosowana charakterystyka pokazana na rys. 4. Na przykład, dla zmierzonej wartości ciśnienia p_x , system obliczy wartość wilgotności według zależności

$$W_x = \frac{(W_2 - W_1)}{(p_2 - p_1)} \cdot (p_x - p_1) + W_1 \quad (2)$$

przy czym błąd obliczeń spowodowany tym uproszczeniem jest znacznie mniejszy niż błąd metody. Rezultat obliczeń jest przesyłany do wyświetlacza LCD i po wyświetleniu zmierzonej wartości wilgotności system jest gotowy do wykonania następnych pomiarów.

Przeprowadzone badania wykazały, że maksymalny błąd pomiaru wynosi 0,2 % zawartości wody. W warunkach przemysłowych taka dokładność jest wystarczająca.

Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że opracowany mikroprocesorowy system pomiaru wilgotności ma szereg zalet, do których można zaliczyć:

- bardzo krótki czas pomiaru (około 5 s, nie licząc czasu przygotowania próbki);

- dużą dokładność wyników pomiaru, rzędu $\pm 0,2\%$;
- małą wrażliwość na zmiany składu badanej masy formierskiej;
- prostą obsługę.

Dzięki nowoczesnej architekturze systemu, a co się z tym wiąże, wysokiej stabilności i odporności na zakłócenia, system ten może mieć zastosowanie nawet w takich trudnych warunkach przemysłowych, jakie panują w odlewni.

Bibliografia

1. Lewandowski L.: Przygotowanie form odlewniczych: masy formierskie i rdzeniowe, WNT Warszawa, 1983.
2. Lewandowski L.: Masy formierskie i rdzeniowe, WNT Warszawa, 1991.
3. Wiederhold P. R.: Water vapor measurement. Methods and Instrumentation, Marcel Dekker, Inc., New York, 1997.
4. Mikulczyński T.: Zastosowanie metody ultradźwiękowej do badania mas i materiałów formierskich, Prace Naukowe Inst. Technol. Masz. i Autom. PWr., Nr 54, Seria: Monografie Nr 12, Wrocław 1994.
5. Samsonowicz Z., Mikulczyński T.: Ultrazvukové měření některých vlastností formovací směsi, Slévárství 1986, R. 34, Nr 5.
6. Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Więclawek R.: Nowa metoda pomiaru wilgotności mas formierskich, Arch. Odlew. 2002 R. 2 nr 5.

REKLAMA


<http://www.aps.pl/>

AUTOMATYKA POMIARY STEROWANIE SPÓŁKA Z O.O.

Certyfikat SGS nr HU03/0106 w zakresie: "Projektowanie i usługi w zakresie układów elektrycznych, sterowań, pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych, automatyki zabezpieczeń elektrycznych i technologicznych, automatyzacji procesów technologicznych"

automatyzacja procesów technologicznych

systemy sterowania, zbierania danych, wizualizacja procesów

projektowanie, dostawa AKPIA, ... serwis, naprawa











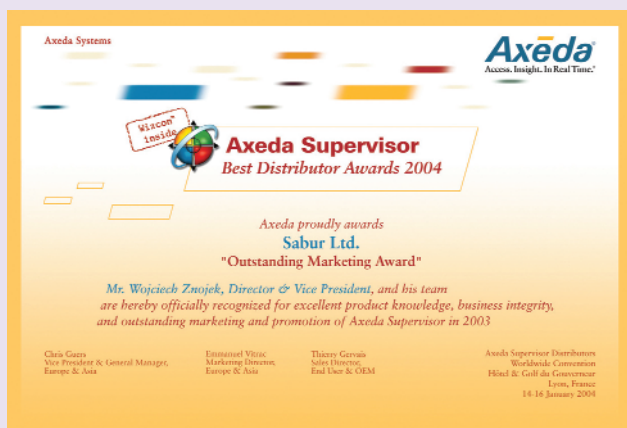
Drives Alliance Partner
w dystrybucji
przemenników częstotliwości

ul. Mickiewicza 95F *15-257 Białystok * tel. (85) 748 34 00; (85) 748 34 01 * fax (85) 748 34 19
dział handlowy: (85) 748 34 13 do 16

SABUR® – Best Distributor Awards 2004



Na dorocznej Konwencji Dystrybutorów firmy Axeda Systems, która odbyła się ostatnio w XIV wiecznym zamku Le Château du Breuil we Francji **firma SABUR została uhonorowana nagrodą „Best Distributor Awards 2004”**. Tytuł „Outstanding Marketing Award” przyznany został za doskonałą znajomość produktu, rzetelność w biznesie oraz za wybitne działania marketingowe i promocję systemu oprogramowania przemysłowego Axeda Supervisor w 2003 r. SABUR należy do grupy TOP4, najlepszych dystrybutorów produktów firmy Axeda po tej stronie Atlantyku.



Warto przypomnieć, że Axeda Supervisor jest w pełni polskojęzycznym oprogramowaniem SCADA w Internecie, w skład którego wchodzi 5 podstawowych elementów: Wizcon dla Windows i Internetu, WizScheduler, WizPLC, WizSQL/ODBC, WizRaport, co najmniej jeden jednoczesny klient internetowy oraz moduły dodatkowe. Axeda Supervisor łączy interfejs operacyjny, sterowanie nadzorcze oraz to, co najlepsze w technologii internetowej, aby przekształcić klasyczne oprogramowanie SCADA w system wspierania podejmowania decyzji. Axeda Supervisor jest także elementem systemu DRM, który pozwala użytkownikom lepiej budować, serwisować i obsługiwać inteligentne urządzenia zastosowane w przedsiębiorstwie, a zwłaszcza: eliminować czas przestoju urządzeń, umożliwiać podejmowanie bezpośrednich decyzji dzięki zdalnemu monitorowaniu i zarządzaniu, kreować nowe, przewidywalne źródła dochodów, tworzyć lepsze produkty i poprawiać relacje z klientami poprzez sprawny przepływ informacji.

W 2004 rok firmy Axeda Systems planuje premierę szeregu nowych produktów, o których poinformujemy Państwa na łamach wortalu internetowych oraz czasopism technicznych.