

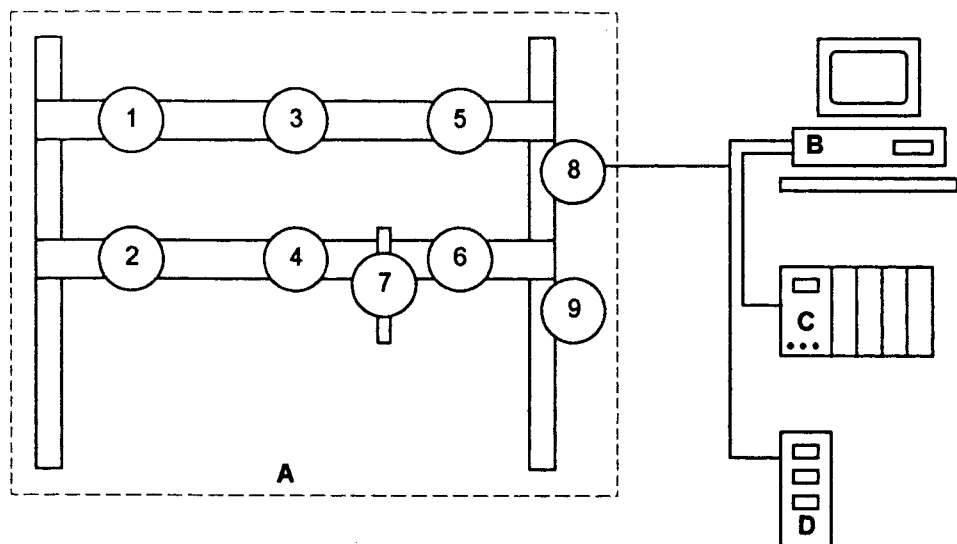
Rafał WIĘCKO
Dariusz OKRASA
Andrzej ZASUCHA
Przemysłowy Instytut
Automatyki i Pomiarów PIAP
W a r s z a w a

PRZEMYSŁOWY SYSTEM LASEROWEGO POMIARU GRUBOŚCI WYROBÓW Z MATERIAŁÓW NIEBŁYSZCZĄCYCH

W artykule przedstawiono system bezdotykowego pomiaru grubości płyt wiórowych, umożliwiający pomiar grubości w zakresie do 80 mm, z dokładnością 0,1 mm, opracowany w PIAP i zainstalowany w ZPW PROSPAN w Wieruszowie.

1. WSTĘP

W Ośrodku Pomiarów Ruchu i Czasu (ORC) PIAP został opracowany model użytkowy przemysłowego systemu do bezdotykowego pomiaru grubości płyt wiórowych, oddany w maju 1994 r. do eksploatacji w Zakładach Płyt Wiórowych PROSPAN w Wieruszowie. Jest to system pomiarowy o architekturze rozproszonej, przedstawiony schematycznie na rys. 1. W skład systemu wchodzi stanowisko pomiarowe, terminal stanowiska brakarki i wyświetlacz obiektowy. Stanowisko pomiarowe umieszczone jest za szlifierką, w miejscu dogodnym z punktu widzenia procesu technologicznego. Z uwagi na oddalenie stanowiska brakarki od miejsca pomiaru i na szereg czynności technologicznych wykonywanych po drodze, terminal współpracuje ze sterownikiem linii technologicznej, synchronizując wyświetlanie odpowiedniego profilu z procesem transportu płyty wzdłuż linii technologicznej. Dla zakresu pomiarowego 80 mm, wynikającego z wymagań zastosowania w ZPW PROSPAN, uzyskano rozdzielczość 0,03 mm i dokładność 0,1 mm. System może być wykorzystany do pomiaru grubości innych materiałów niebłyszczących, np. gumy, folii nieprzezroczystych itp. Zakres pomiarowy, dokładność i konfiguracja systemu mogą być łatwo dostosowane do odmiennych potrzeb różnych odbiorców.



Rys. 1. Architektura systemu do pomiaru grubości płyt wiórowych. A - stanowisko pomiarowe: 1, 2, 3, 4, 5, 6 - głowice pomiarowe, 7 - czujnik obecności płyty, 8 - sterownik sieci głowic (1...6), 9 - puszka rozdzielcza zasilania; B - terminal operatorski stanowiska brakarki; C - sterownik PLC linii technologicznej; D - panelowy wyświetlacz obiektowy.

2. STANOWISKO POMIAROWE

Przedstawione na rys.1 stanowisko pomiarowe zrealizowano jako wieloprocessorowy system pomiarowy o architekturze rozproszonej, wykorzystujący procesory Motoroli rodziny HC11 i 68000. Wszystkie podzespoły stanowiska opracowano i wykonano w PIAP-ORC.

Stanowisko składa się z sześciu głowic pomiarowych (1...6), czujnika obecności i pomiaru długości bieżącej płyty i sterownika sieci głowic pomiarowych, współpracującego z terminalem IBM PC, wizualizującym profil płyty na stanowisku brakarki w trakcie produkcji. Puszka rozdzielcza, umieszczona na ramie nośnej, ułatwia doprowadzenie napięcia zasilania do stanowiska.

Pomiary wykonywane są w trakcie transportu płyty pomiędzy szlifierką i stanowiskiem brakarki. Głowice pomiarowe zostały zorganizowane w trzy różnicowe tory pomiarowe. Każda głowica ma własny mikrosterownik, wyznaczający odległość do powierzchni płyty. Wyniki przesyłane są magistralą szeregową (RS485) do sterownika określającego wynik pomiaru grubości każdej sprzężonej pary głowic. Pomiar różnicowy eliminuje wpływ drgań i przesunięć płyty w trakcie transportu wzdłuż ciągu technologicznego. Początek i koniec pomiarów danej płyty wyznacza czujnik obecności płyty, odmierzający również interwały pomiarów w jednostkach długości (mm). Po przejściu płyty pod głowicami pomiarowymi sterownik przesyła odpowiednio sformatowane wyniki pomiarów do terminala nadrzędnego IBM PC, umieszczonego na stanowisku brakarki. Sterownik generuje dodatkowy sygnał synchronizacji głowic, wymuszając jednoczesny pomiar grubości przez wszystkie głowice.

Eliminuje to błędy spowodowane pomiarem odległości w różnych miejscach przesuwającej się płyty.

2.1. Głowice pomiarowe

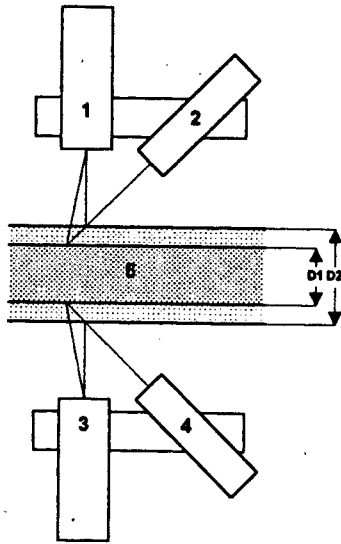
Pojedyncza głowica pomiarowa składa się z oświetlacza laserowego oraz kamery z jednowymiarowym czujnikiem wizyjnym CCD (charge coupled device) [2]. Kamera i oświetlacz umieszczone są na wspólnej podstawie w pyłoszczelnych obudowach zewnętrznych (rys.2). Odległość kamery od oświetlacza oraz kąt nachylenia ich osi optycznych zależne są od wymaganej rozdzielczości i zakresu pomiarowego. Wielkości te dobierane są indywidualnie do konkretnej aplikacji.

Kamera zawiera zasilacz, mikroprocesor rodziny HC11 z zewnętrzną pamięcią EPROM, interfejs szeregowy, jednowymiarowy czujnik obrazowy CCD, układ generacji sygnałów taktujących czujnika oraz układ konwersji sygnału czujnika na postać cyfrową. Wszystkie operacje zbierania, przetwarzania i transmisji danych w kamerze przebiegają pod kontrolą procesora zapewniającego obsługę wewnętrznych funkcji kamery oraz interfejsu szeregowego. W skład oświetlacza wchodzi zasilacz oraz laserowy, półprzewodnikowy generator linii.

Zasada pomiaru odległości oparta jest na metodzie triangulacji [1], tzn. kamera wykrywa położenie plamki światła rzutowanej z oświetlacza i rozpraszanej na powierzchni elementu mierzonego. Położenie plamki zmienia się w polu widzenia kamery wraz ze zmianą odległości głowicy od obserwowanej powierzchni. Obraz z jednowymiarowego czujnika wizyjnego CCD jest odczytywany i przetwarzany przez procesor, w celu wyznaczenia mierzonej odległości w jednostkach metrycznych. Przesłanie wyników pomiarów do sterownika stanowiska pomiarowego odbywa się poprzez magistralę szeregową RS485 na komendę otrzymaną ze sterownika. Z uwagi na nieliniowość metody pomiarowej charakterystyka przetwarzania wyników uzyskiwanych z głowicy jest linearyzowana w procesie produkcji, co umożliwia zarazem korekcję błędów wykonania i montażu podzespołów mechanicznych.

2.2. Metoda pomiaru grubości płyty

Pomiar grubości w pojedynczym torze pomiarowym wykonywany jest za pomocą dwóch głowic umieszczonych naprzeciw siebie, po obu stronach elementu mierzonego. Zasadę pomiaru, wygląd i usytuowanie głowic przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Zasada bezdotykowego pomiaru grubości. 1, 3 - kamery CCD; 2, 4 - oświetlacze laserowe; 5 - element mierzony; D_1 , D_2 - grubość elementu mierzzonego

Zakres pomiarowy, rozdzielczość i dokładność uzależnione są od geometrii głowicy pomiarowej, dostosowanej do potrzeb zadania.

W omawianym zastosowaniu, dla zakresu pomiarowego 80 mm uzyskano rozdzielczość 0,03 mm i dokładność 0,1 mm. Pomiar wykonywane są co ok. 18 ms. Czas ten obejmuje czas pomiaru, czas wykonania niezbędnych obliczeń i czas transmisji wyników z 6 głowic do sterownika stanowiska pomiarowego.

Podczas pomiaru grubość elementu mierzzonego D_i obliczana jest ze wzoru:

$$D_i = T - (d_1 + d_2)$$

gdzie:

- T - wartość bazowa,
- d_1 - wynik z kamery 1,
- d_2 - wynik z kamery 2.

Wartość bazowa T wyznaczana jest w trakcie kalibracji układu pomiarowego według zależności:

$$T = d_1 + d_2 + D_0$$

gdzie:

- D_0 - grubość wzorca.

Kalibracja, która polega na pomiarze elementu o znanej grubości D_0 (wzorca odniesienia), wykonywana jest dla każdej sprzężonej pary głowic. Otrzymane wartości bazowe są przechowywane w zbiorze kalibracyjnym terminala brakarki.

2.3. Sterownik sieci głowic pomiarowych

Sterownik jest urządzeniem nadrzędnym stanowiska pomiarowego. Zarządza pracą głowic pomiarowych, określając moment wykonania pomiaru, po czym odczytuje wyniki, wyznaczając w czasie rzeczywistym wartość: chwilową, średnią, minimalną i maksymalną. W każdej chwili użytkownik ma dostęp do informacji o wynikach pomiarów i stanie systemu. Wyświetlane informacje zostały zorganizowane w system okien, co ułatwia obsługę, zmniejszając liczbę niezbędnych przycisków operatorskich. Sterownik zapewnia również pełną diagnostykę wszystkich głowic pomiarowych stanowiska. Wyświetlane są informacje o stanach krytycznych (np. błędy komunikacji) oraz dodatkowe informacje autodiagno-

styczne (np. brak prądu w polu widzenia kamery, prądów za wąski itp.). Głowice pomiarowe mogą być logicznie odłączane od magistrali szeregowej systemu. Powyższe funkcje autodiagnostyki są szczególnie przydatne w trakcie instalacji i serwisu, ułatwiając zlokalizowanie uszkodzenia lub wskazując na potrzebę oczyszczenia elementów optycznych, zmianę usytuowania głowic pomiarowych itp.

Sterownik skonstruowano w oparciu o 16/32-bitowy procesor 68070 z rodziny 68000. Komunikację z kamerami i terminalem brakarki zrealizowano za pomocą wieloprotokółowego kontrolera komunikacyjnego 68562. Komunikację z ręcznym terminalem operatorskim umożliwia, asynchroniczny port szeregowy, wbudowany w procesor 68070. Porty równoległe 68230 umożliwiają obsługę klawiatury, wyświetlacza LCD i sygnałów obiektowych.

2.4. Organizacja współpracy urządzeń stanowiska pomiarowego

Sterownik nadzoruje pracę wszystkich urządzeń stanowiska pomiarowego. Z uwagi na rozproszoną architekturę systemu i fizyczne oddalenie urządzeń wymiana informacji odbywa się poprzez izolowane galwanicznie łącza szeregowo. Komunikacja jest realizowana przy wykorzystaniu oryginalnego protokołu transmisji opracowanego w PIAP, dostosowanego do specyfiki aplikacji, wzorowanego na mechanizmach protokołu HDLC. Opracowany protokół komunikacji z kamerami, w porównaniu z innymi znanymi protokołami, wzorowanymi również na protokole HDLC (np. Profibus), został uproszczony. Zachowano w nim mechanizmy adresowania urządzeń i kontroli poprawności transmisji, natomiast zrezygnowano z niepotrzebnych tutaj mechanizmów powtarzania informacji w przypadku wykrycia błędów. Z uwagi na to, że pomiary są powtarzane co ok. 20 ms, próby odzyskania błędnie transmitowanej informacji powodowałyby ryzyko utraty większej liczby wyników. Błędny pomiar jest oznaczany w zbiorze pomiarowym i nie jest uwzględniany w obliczeniach, ani przy prezentacji graficznej na stanowisku brakarki. W przypadku utraty łączności z głowicą w trakcie wykonywania pomiarów, jest ona odłączana logicznie i nie jest więcej odpytywana aż do chwili zakończenia pomiaru. Po zakończeniu pomiaru sterownik podejmuje próby odtworzenia łączności z kamerą. W przypadku odzyskania łączności głowica jest ponownie włączana w strukturę logiczną stanowiska, a tym samym przywracana jest pełna sprawność systemu. Błąd komunikacji sygnalizowany jest wyświetleniem odpowiedniego komunikatu na panelu operatora. Znaczniki błędów umieszczone są również w zbiorze pomiarowym wysyłanym do terminala brakarki, co umożliwia bezzwłoczną sygnalizację wykrytych błędów. Komunikację z terminalem brakarki zorganizowano podobnie, z tym że zachowane zostały mechanizmy powtarzania ramek transmisyjnych w przypadku wykrycia błędu komunikacji. Obydwa urządzenia sprawdzają również wzajemną gotowość do współpracy.

2.5. Konfiguracja parametrów roboczych stanowiska

Wbudowane funkcje konfiguracyjne sterownika umożliwiają określenie sposobu przeprowadzania pomiaru przez zmianę wartości wybranych parametrów roboczych. Konfiguracja pomiarowa, przechowywana w wewnętrznej pamięci EEPROM, jest odtwarzana po każdym resecie systemu. Programowanie parametrów roboczych stanowiska pomiarowego wprowadzono w celu ułatwienia dopasowania stanowiska do rzeczywistych wymagań linii technologicznej w trakcie instalacji. Programowany może być sposób wyzwalania pomiarów, sposób i częstość próbkowania płyty, sposób obsługi sygnałów obiektowych, czas trwania impulsu synchronizacji itp.

Zmianę wartości wszystkich konfigurowalnych parametrów roboczych systemu umożliwia ręczny terminal operatorski, dołączany do złącza na płycie czołowej panelu operatorskiego sterownika. Oprogramowanie współpracy obu urządzeń jest zainstalowane w sterowniku. Dostęp do parametrów jest chroniony za pomocą wielopoziomowego systemu haseł, ograniczającego ingerencję osób niepowołanych. W celu ułatwienia obsługi powielono funkcje niektórych komend i przycisków klawiatury funkcyjnej sterownika, z tym że stają się one dostępne dla operatora dopiero po wprowadzeniu hasła dostępu odpowiedniego poziomu i komendy odblokowania klawiatury. Po upływie ok. 10 min od chwili wydania ostatniego polecenia lub wciśnięcia przycisku, sterownik blokuje klawiaturę i przywraca uprawnienia dostępu o najniższym poziomie, co chroni sterownik przed przypadkowym pozostawieniem w stanie umożliwiającym osobom niepowołanym zmianę krytycznych parametrów roboczych.

2.6. Wyzwalanie pomiarów

Zmiana sposobu wyzwalania pomiarów umożliwia rozpoczęcie pomiarów przez czujnik obecności płyty w momencie ugięcia ramienia czujnika, albo przez operatora za pomocą klawiatury. Zbiór pomiarowy jest zamykany i wysyłany do terminala brakarki automatycznie w momencie wykrycia końca płyty (zwolnienie ramienia czujnika), albo na polecenie operatora - po wciśnięciu odpowiedniego przycisku klawiatury funkcyjnej sterownika. Tryb wyzwalania pomiarów przez operatora służy ułatwieniu czynności serwisowych i instalacyjnych.

2.7. Pomiar wartości chwilowych

Zmiana sposobu skanowania płyty umożliwia wybór rodzaju wyzwalania i częstotliwości wykonywania pomiarów chwilowych. Interwały próbkowania mogą być wyznaczone przez zewnętrzny czujnik obecności płyty w zadanych odstępach długości (mm), albo przez sterownik - w stałych odstępach czasu (ms) lub w sposób ciągły (kolejny pomiar wykonywany jest natychmiast po zakończeniu poprzedniego). Użytkownik może programować interwały długości i czasu, w których pomiary są wykonywane. Możliwe jest również wykonywanie pojedynczych pomiarów na polecenie operatora (wciśnięcie klawisza). Niezależnie od wy-

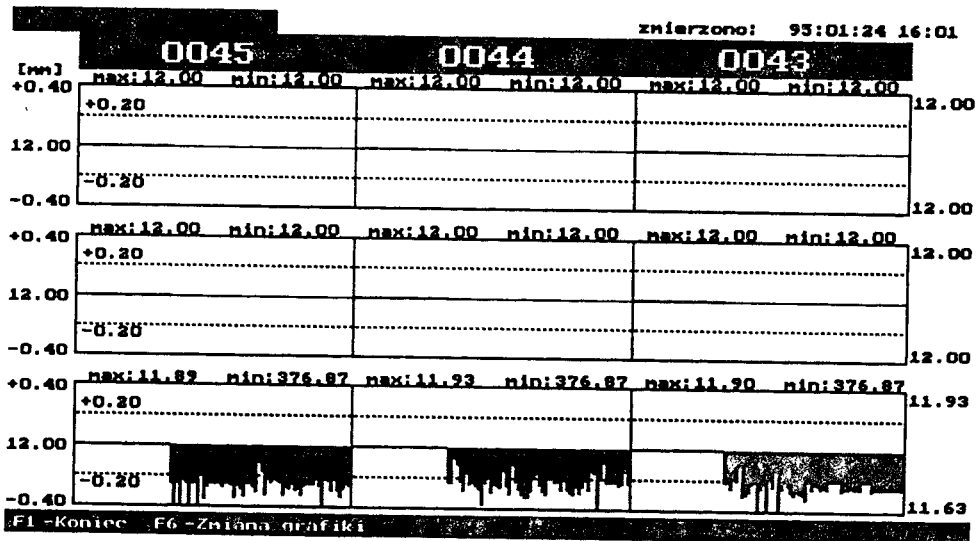
branego sposobu skanowania, zbiór pomiarowy jest zamykany po wykonaniu 1000 pomiarów. Na wyświetlaczu pojawia się znacznik sygnalizujący zapelnienie bufora pomiarowego.

2.8. Funkcje współpracy z urządzeniami linii technologicznej

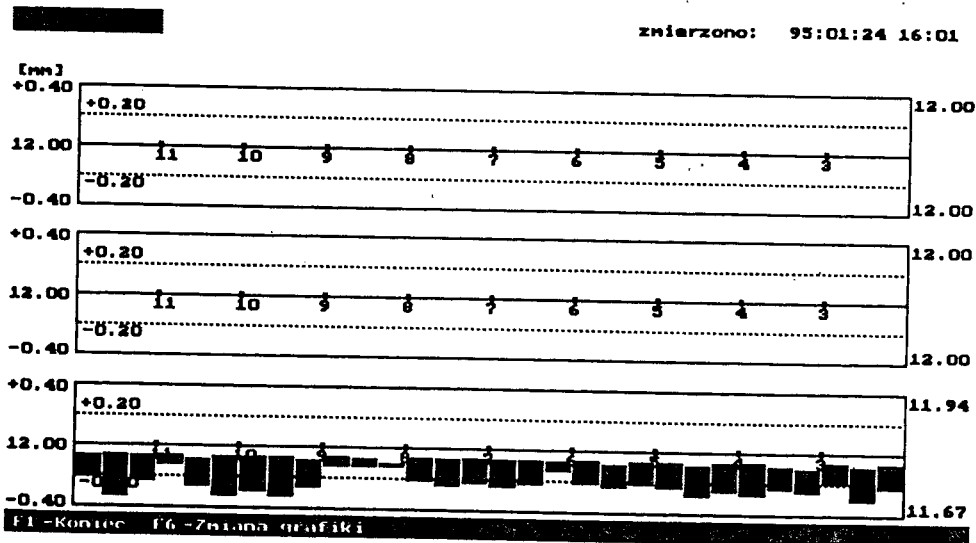
W trakcie przesuwania płyty pod głowicami pomiarowymi wykonywana jest operacja technologiczna centrowania. Związane z tym przemieszczanie płyty w płaszczyźnie pionowej może wprowadzać błędy pomiaru, dlatego sterownik umożliwia oznaczenie pomiarów wykonanych podczas centrowania. Ich wyniki zostają zignorowane w trakcie przetwarzania zbioru pomiarowego przez sterownik i terminal nadrzędny stanowiska brakarki. Oznaczenie obszaru centrowania następuje po włączeniu funkcji centrowania i doprowadzeniu odpowiedniego sygnału do złącza wejść obiektowych sterownika. Stan obiektowych wejść dwustanowych (np. centrowanie, detekcja obecności płyty pod głowicami) jest wstępnie filtrowany, zanim zostanie rozpoznany przez sterownik. Czas filtracji, w ciągu którego stan sygnału wejściowego nie może ulec zmianie, jest programowany niezależnie dla każdego wejścia. Ułatwia to dopasowanie systemu do parametrów roboczych linii technologicznej.

3. TERMINAL OPERATORSKI STANOWISKA BRAKARKI

Na stanowisku brakarki zainstalowany jest terminal (IBM PC) umożliwiający prezentację graficzną profilu przesuwającej się płyty. Wyświetlane informacje wspomagają pracę brakarki. System wyznacza automatycznie klasę wyrobu, zgodnie z wymaganiami dopuszczalnych odchyłek grubości płyty. Ponieważ nie jest to jedyne kryterium oceny jakości, to ostateczną decyzję pozostawiono brakarce. Dane pomiarowe przesyłane są przez sterownik stanowiska pomiarowego do terminala przez łącze szeregowe COM1, zgodnie z zaimplementowanym protokołem komunikacji. Łącze szeregowe COM1 obsługiwane jest w trybie przerwań, co chroni terminal przed utratą nadchodzących danych pomiarowych w czasie wizualizacji i archiwizacji danych poprzednio zmierzonych płyt. Łączem COM1 wysyłane są również dane o uśrednionych grubościach zmierzonych płyt do wyświetlacza obiektowego, zainstalowanego na stanowisku szlifierki. Łącze szeregowe COM2 wykorzystywane jest do wymiany informacji ze sterownikiem linii technologicznej w celu zsynchronizowania wyświetlania odpowiedniego profilu płyty z procesem jej transportu wzdłuż linii technologicznej.



Rys. 3. Wizualizacja profilu płyty na ekranie monitora - Okno 1



Rys. 4. Wizualizacja historii ostatnich 10 płyt - Okno 2

3.1. Wizualizacja danych pomiarowych

Dane pomiarowe są zobrazowane graficznie w dwóch oknach, przedstawionych na rys. 3. i rys. 4. Okno nr 1 przedstawia odchyłki grubości dla jednej płyty o grubości nominalnej 12 mm w trzech torach pomiarowych. Płyta podzielona jest ze względów technologicznych na trzy części, tzw. formatki. Na rys. 3 przedstawiono Okno nr 1 z włączonym tylko jednym torem pomiarowym. Odchyłki wyświetlane są w granicach (-0,40 mm, +0,40 mm). Odchyłki mieszczące się w granicach tolerancji dla klasy pierwszej (-0,20 mm, +0,20 mm) są obrazowane kolorem zielonym, odchyłki przekraczające ten zakres tolerancji - kolorem czerwonym. Kropkowane linie wzdłuż torów pomiarowych odpowiadają granicy tolerancji klasy pierwszej. W górnej części ekranu wyświetlane są kolejne numery zmierzonych formatek, data, czas pomiaru oraz czas bieżący. Okno nr 2 (rys. 4.) przedstawia historię ostatnich dziesięciu zmierzonych płyt (30 formatek). Ułatwia to obserwację pewnych tendencji w zmianie grubości płyt. Przelączenie grafik odbywa się za pomocą klawisza funkcyjnego F6.

3.2. Archiwizacja danych pomiarowych

Poprawnie odebrane dane ze sterownika stanowiska pomiarowego służą do obliczenia odchyłek grubości nominalnej i wyznaczenia klas jakości dla trzech formatek danej płyty. Ujemne wartości odchyłek dla danej głowicy oznaczają, że grubość formatki jest mniejsza od grubości nominalnej. Wartości dodatnie oznaczają formatki grubsze. Zbiory pomiarowe i wyniki obliczeń przechowywane są w pamięci terminala. Z uwagi na specyfikę procesu technologicznego przechowywane są wyniki pomiaru ostatnich dziesięciu płyt. Po kolejnych dziesięciu płytach (30 formatek) do pliku archiwizacyjnego na twardym dysku zapisywane są informacje o każdej formatce w następującej postaci:

- pozycja 1: numer formatki (1 - 60000),
- pozycja 2: grubość nominalna formatki w mm (12,15,16,18,22 lub 28),
- pozycja 3: data pomiaru (yy-mm-dd),
- pozycja 4: czas pomiaru (hh:mm),
- pozycja 5: odchyłka min dla głowicy 1-2,
- pozycja 6: odchyłka min dla głowicy 3-4,
- pozycja 7: odchyłka min dla głowicy 5-6,
- pozycja 8: odchyłka max dla głowicy 1-2,
- pozycja 9: odchyłka max dla głowicy 3-4,
- pozycja 10: odchyłka max dla głowicy 5-6.

Pojedynczy plik archiwalny zawiera wyniki pomiarów wykonanych w ciągu jednej doby. Format zbioru dostosowano do wymagań odbiorcy.

3.3. Konfiguracja parametrów użytkowych

W celu ułatwienia instalacji, eksploatacji i serwisu systemu wprowadzono zbiór konfiguracyjny parametrów roboczych. Użytkownik może określać grubości nominalne i klasy do-

kładności zależnie od własnych wymagań. Zmiany wprowadzone w zbiorze konfiguracyjnym nie wymagają powtórnej kompilacji programu.

3.4. Współpraca ze sterownikiem linii technologicznej

Oddalenie miejsca pomiaru od miejsca wizualizacji graficznej płyty wymaga zsynchronizowania wyświetlania odpowiedniego profilu z procesem transportu płyty wzdłuż linii technologicznej. Jest to możliwe dzięki współpracy terminala brakarki ze sterownikiem linii technologicznej, nadzorującym kolejne czynności produkcyjne. Ponieważ pomiar płyty i transmisja wyników odbywają się w trakcie wykonywania jednej z czynności technologicznych, położenie ostatnio zmierzonej płyty jest jednoznacznie określone w procesie produkcji. Po odebraniu zbioru pomiarowego i bezzwłocznym wyznaczeniu klas trzech formatów, terminal wysyła te informacje przez łącze szeregowe COM2 do sterownika linii technologicznej, który łączy wyniki pomiaru grubości płyty z jej numerem technologicznym. Terminal odczytuje zwrótnie numer płyty aktualnie transportowanej przed stanowiskiem brakarki, wyświetlając odpowiedni profil na ekranie monitora.

3.5. Współpraca z wyświetlaczem obiektywnym

Oprócz wizualizacji graficznej na ekranie terminala brakarki, wyniki pomiarów wyświetlane są dodatkowo w postaci liczbowej na panelu obiektywnym, zamontowanym na stanowisku szlifierki. Umożliwia to bieżącą ocenę stanu taśm ściernych i ich wymianę w odpowiednim momencie. Dane o grubości płyt są wyświetlane po zmierzeniu każdej płyty. Terminal brakarki wyznacza uśrednione wyniki pomiaru natychmiast po odebraniu zbioru pomiarowego od sterownika stanowiska i wysyła je łączem szeregowym COM1 do panelu wyświetlacza obiektywnego. Grubości te wyświetlane są w mm z zaokrągleniem do 0,1 mm (np. 12,3).

4. FUNKCJE AUTODIAGNOSTYKI SYSTEMU

System pomiarowy składa się z wielu, rozproszonych po obiekcie przemysłowym, urządzeń wyznaczających w sposób naturalny jego architekturę. Komunikacja między poszczególnymi urządzeniami odbywa się przez łącza szeregowe, zgodnie z odpowiednimi protokołami. Z uwagi na stałą obecność operatora przy stanowisku brakarki, w oprogramowanie terminala wbudowano funkcje diagnostyki poprawności pracy całego systemu.

Pojawienie się błędów transmisji pomiędzy terminalem stanowiska brakarki, sterownikiem stanowiska pomiarowego, sterownikiem linii technologicznej i wyświetlaczem obiektywnym nie powoduje zawieszenia programu. Komunikat o wystąpieniu błędu jest wyświetlany na ekranie monitora. W chwili odzyskania poprawnej łączności terminal automatycznie podejmuje dalszą pracę. Oprogramowanie terminala rozpoznaje również kody błędów głowic pomiarowych, dołączane do zbioru pomiarowego. Na ekranie monitora wyświetlane

są wówczas odpowiednie komunikaty. Stany krytyczne, wymagające ingerencji operatora, sygnalizowane są dodatkowo sygnałem akustycznym.

4.1. Uruchamianie systemu pomiarowego

Fazę uruchamiania systemu rozpoczyna wywołanie programu obsługi stanowiska brakarki, po czym występuje test wyświetlacza obrotowego i nawiązanie łączności ze sterownikiem stanowiska pomiarowego i linii technologicznej. Jeżeli uruchomienie systemu przebiegło poprawnie, to terminal jest gotowy do przyjmowania danych od stanowiska pomiarowego przez łącze szeregowe COM1 i do równoczesnej współpracy ze sterownikiem linii technologicznej przez łącze COM2.

4.2. Obsługa błędów współpracy ze stanowiskiem pomiarowym

W przypadku błędu transmisji zbioru pomiarowego płyta, podczas pomiaru której wystąpił błąd, zostaje oznaczona na obrazie graficznym jako niezmiernona (komunikat: BRAK POMIARU) i w zbiorze archiwizowanym (zera w kolumnach odchyłek). Jeżeli odstęp czasu pomiędzy kolejno odbieranymi danymi jest zbyt duży, to w okienku klawiszy funkcyjnych sygnalizowany jest timeout oraz generowany dźwiękowy sygnał alarmowy.

4.3. Obsługa błędów współpracy ze sterownikiem linii technologicznej

Wymiana informacji pomiędzy terminalem i sterownikiem linii technologicznej SYSMAC 2000 odbywa się zgodnie z protokołem komend sterowników firmy Omron za pomocą modułu Host Link. Realizowana jest pełna, przewidziana w tym protokole detekcja błędów - timeout, powtórzenie komendy nie rozpoznanej, zła suma kontrolna itp. W przypadku wystąpienia błędu dane pomiarowe stanowiska są odczytywane i archiwizowane. Wymiana informacji ze sterownikiem linii technologicznej jest kontynuowana po ponownym nawiązaniu łączności, chyba że operator przerwie wykonywanie programu w celu usunięcia ewentualnej awarii sprzętu. Błędy sygnalizowane są przez odpowiedni komunikat i alarmowy sygnał dźwiękowy.

4.4. Obsługa błędów współpracy z wyświetlaczem obiektowym

Panel obiektowy ma wbudowane mechanizmy detekcji błędów, powodujące odrzucanie niepoprawnych ramek transmisyjnych. Ponieważ przy nominalnej szybkości ciągu technologicznego nowe wyniki wysyłane są co około 10 s, to uznano, że błędy transmisji danych do panelu obiektowego nie są krytyczne. Poprawnie odebrane wyniki kolejnego pomiaru odświeżają stan wyświetlacza. Jednocześnie łącze komunikacji stanowiska z terminalem brakarki jest zawsze gotowe do transmisji danych pomiarowych. Z uwagi na niekrytyczny

charakter błędów współpracy z wyświetlaczem obiektywnym nie są one sygnalizowane, za wyjątkiem fazy inicjalizacji systemu.

5. KALIBRACJA

Wszystkie urządzenia stanowiska pomiarowego umieszczone są na metalowej ramie nośnej. Z tego powodu konieczne jest przeprowadzanie okresowej kalibracji stanowiska, tzn. pomiaru wzorców odniesienia, dostarczanych wraz z stanowiskiem. Wymagane jest wówczas zatrzymanie linii produkcyjnej. Wzorce umieszczane są w polu widzenia kamer na specjalnym stoliku umożliwiającym poziomowanie. Oprogramowanie terminala stanowiska brakarki i wbudowane funkcje sterownika stanowiska pomiarowego ułatwiają wykonanie pomiarów bazowych. Wyniki pomiarów są przechowywane w specjalnym zbiorze kalibracyjnym, wczytywanym przez terminal w trakcie uruchamiania programu. Zgodnie z wymaganiami odbiorcy, funkcje bazowania obsługuje osobny program, uruchamiany, w razie potrzeby na terminalu stanowiska brakarki.

6. KONSERWACJA

Z uwagi na wykorzystywanie do pomiaru metod optycznych, szczególnie istotna jest czystość głowic pomiarowych. Niedopuszczalne jest gromadzenie się na nich jakichkolwiek zanieczyszczeń, które mogą powodować istotne błędy w pomiarze. Stanowisko wyposażone jest w dysze nadmuchu oczyszczonego, sprężonego powietrza, skierowanego na szklane elementy obudów kamer i oświetlaczy. Niezależnie od tego, konieczna jest systematyczna kontrola czystości obudów i usuwanie zanieczyszczeń z powierzchni szklanych. Jest to szczególnie istotne dla zespołu głowic umieszczonych pod płytą. Częstotliwość oczyszczania głowic zależy od zapylenia w miejscu zamontowania stanowiska. Poza tym system praktycznie nie wymaga wykonywania żadnych czynności konserwacyjnych.

7. KONTYNUACJA PRAC BADAWCZO ROZWOJOWYCH

Z uwagi na systematyczny postęp w technologii układów mikroprocesorowych oraz požądane zwiększenie szybkości działania systemu, wynikające z wzrastających wymagań odbiorcy dążącego do jak największego przyspieszenia procesu technologicznego, prowadzona jest modernizacja podstawowych podzespołów systemu. Wprawdzie w chwili obecnej wykorzystywane są nowoczesne elementy renomowanych producentów (Motorola

68HC11, Philips SCC68070), jednakże zwiększenie szybkości działania systemu wiąże się ze zmianą dotychczas stosowanych mikrokontrolerów w głowicach pomiarowych na procesory nowszej generacji, o zwiększonej szybkości transmisji łącza szeregowego. Modernizacja jednostki centralnej umożliwi obsługę magistrali szeregowej z większą niż dotychczas szybkością, pozostawiając zarazem więcej czasu na wykonanie zadań pomiarowych, współpracę z użytkownikiem lub innymi urządzeniami linii technologicznej, np. na automatyczną kontrolę grubości płyt przez sterowanie pracą szlifierki. Ponadto nastąpi korzystna, z punktu widzenia dalszego rozwoju systemu, unifikacja sprzętu. Wszystkie podzespoły pochodzić będą z firmy Motorola, zapewniającej ciągle dostawy swoich produktów, jak również kompatybilność programową i sprzętową procesorów kolejnych generacji. Zmodernizowany system rozproszony umożliwi również realizację innych zadań pomiarowych, zgłaszanych przez obecnych odbiorców (np. pomiar długości lin, przewodów, monitorowanie szybkości taśm transmisyjnych itp.). Rozważana jest również możliwość zastąpienia łączy standardu RS485 światłowodami, co zwiększy odporność systemu na zakłócenia przemysłowe.

LITERATURA

- [1] Klaus B., Horn P. : Robot Vision. Londyn, 1986 r. The MIT Press.
- [2] CCD Linear Image Sensor Data Book. Toshiba 1990 (Katalog).