ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1980
Seria: AUTOMATYKA z. 56 Nr kol. 652

Henryk Słupiński
Politechnika Śląska

WYBRANE PROBLEMY WSPOMAGANEGO KOMPUTEROWO SYSTEMU STEROWANIA JAKOŚCIĄ WYROBU DYSKRETNEGO PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

Streszczenie. W artykule omówiono problemy wdrażania wspomaganego komputerowo systemu sterowania jakością wyrobu dyskretnego procesu technologicznego. Sformułowano zadania systemu oraz ogólne wymogi realizacji kontroli i sterowania jakością.

1. Wstęp

Maksymalizowanie produkcji w warunkach wielkoseryjnego procesu technologicznego zależy między innymi od zmniejszenia liczby wyrobów wybrakowanych i reklamowanych. Poziom wadliwości wyrobów ma zasadniczy wpływ na kształtowanie się ekonomiki przedsiębiorstwa. Wzrost wydajności i jakości produkowanych wyrobów w warunkach współczesnego poziomu wielkoseryjnych procesów produkcyjnych jest uwarunkowany automatyzacją i optymalizacją tych procesów. Umożliwiają to systemy sterowania z wykorzystaniem struktur programowych i urządzeniowych maszyn cyfrowych. W artykule rozważano problematykę systemu sterowania jakością wyrobu dyskretnego procesu technologicznego.

2. Sformułowanie zadania systemu sterowania jakością wyrobu dyskretnego procesu technologicznego

Funkcją celu systemu sterowania jakością wyrobu jest zapewnienie produkcji o zadanej jakości. Z wielu definicji jakości, określeniem wiodącym dla dalszych rozważań jest jakość wyrobu wyróżniona z technicznego punktu widzenia - określona na podstawie cech decydujących o przydatności wyrobu do określonych celów. Kryteriami dla oceny tak rozumianej jakości są:

- przydatność użytkowa wyrobu,
- zgodność wyrobu z wymaganiami normy lub ze wzorcem.

Wychodząc naprzeciw potrzebom, w artykule dyskutuje się problemy realizacji jakości wyrobów z technicznego punktu widzenia z pozycji zakładu produkcyjnego.

Rozważany problem dotyczy zakładów realizujących produkcję wielkoseryjną, reprezentujących klasę układów o dużej złożoności.
W zakładzie produkcyjnym system kontroli i sterowania jakością wyrobów jest zasadniczy obok systemu kontroli i sterowania realizacją planu produkcyjnego. Docelowo sterowanie jakością wymaga wzajemnego powiązania wyróżnionych dwu systemów. W rzeczywistych procesach technologicznych istnieje ścisłe powiązanie pomiędzy jakością wyrobów oraz przepływem materiałów.

Na jakość w procesach produkcyjnych oddziaływają elementy:
- techniczne,
- organizacyjne,
- ekonomiczne,
- psychologiczne.

Komputerowy system sterowania jakością powinien wyróżniać te elementy.

Najogólniej system sterowania obejmuje:
- ewidencjonowanie,
- przesył informacji,
- przetwarzanie danych,
- podejmowanie decyzji,
- wykonywanie poleceń.

Przejście do systemu sterowania jakością określa realizację czynnych form kontroli jakości w miejsce biernych, wynikowych form kontroli jakości. W ramach tradycyjnych form kontroli jakości zasadnicze zadanie służb KJ to określenie wadliwości wyrobów. W ramach tworzenia systemu sterowania jakością, funkcje kontroli jakości koncentrują się na przedsięwzięciach dla stabilizacji poziomu wadliwości wyrobów procesu technologicznego poprzez:
- analizę wadliwości wyrobów,
- analizę danych o eksploatacji urządzeń.

W zakresie oceny wadliwości wyrobów jak i eksploatacji urządzeń, dla potrzeb sterowania jakością, zasadniczą rolę odgrywa SKJ. Faza kontroli wybraków stanowi zasadniczy element w zakresie sterowania jakością.

Przesłanki teoretyczne potwierdzone obserwacjami rzeczywistych procesów ukazują, że w obiektach o klasie układów złożonych, realizujących wielkoseryjne dyskretne procesy technologiczne, można aktualnie systemowi sterowania jakością wyrobów wyznaczyć zadanie:
- kontrolę stabilizacji i ograniczenie wadliwości wyrobów procesu technologicznego do przyjętego minimum, wynikającego z uzasadnionych na obecnym etapie przesłanek techniczno-ekonomicznych,
- minimalizację czasu obiegu informacji o jakości.

Aby można było spełnić wyróżnione zadania systemu sterowania jakością, w warunkach produkcji wielkoseryjnej dyskretnego procesu technologicznego

należy konsekwentnie wdrażać:
- automatyzację procesów pomiarowo-badawczych,
- statystyczne metody kontroli jakości,
- zwiększać liczbę sprzętu informatycznego w obiegu informacji o jakości,
- wykorzystywać struktury programowe i urządzeniowe maszyn cyfrowych dla realizacji systemów sterowania jakością.

3. Kontrola i sterowanie jakością wyrobów dyskretnego procesu technologicznego

Rozpatrujemy dyskretny proces technologiczny złożony z:
- procesów obróbczych,
- procesów montażu.

Procesy kontroli jakości na wyróżnionych etapach procesu technologicznego mogą się zbiegać z pomiarami kontrolnymi realizacji planu produkcyjnego.

W uwarunkowanych czasowo, złożonych kompleksach operacji tworzących dyskretne procesy produkcyjne wyróżnia się jakość na poszczególnych kolejnych operacjach procesu produkcyjnego. Można więc wyróżnić:
- jakość na etapie procesów obróbczych,
- jakość na etapie montażu.

Jakość tych dwu etapów kształtuje ostateczną jakość wyrobu końcowego. Pomiędzy wyróżnionymi etapami procesu technologicznego zachodzą duże różnice w poziomie zautomatyzowania procesów produkcyjnych. Procesy montażu nie są zautomatyzowane, ale są wykonywane ręcznie. Kontrola jakości montażu odbywa się nie w sposób czynny, w trakcie realizacji montażu, ale w sposób wynikowy. Bada się przy tym przede wszystkim funkcjonalność układu. Niespełnienie przez układ wymaganych parametrów sugeruje złą jakość wyrobu, której przyczyna może występować w kategoriach:
- złej jakości montażu,
- złej jakości elementów i podzespołów, na etapie procesów obróbczych i podmontaży.

W warunkach rzeczywistego procesu technologicznego istnieje konieczność wyróżnienia wymienionych jakości dla wydzielenia wybraków oraz wad na kolejnych etapach procesu technologicznego. Rozeznanie rzeczywistego procesu technologicznego ukazuje, że zasadniczym jest rozwiązanie problematyki kontroli jakości wyrobów montażu. Zadawalające rozwiązanie kontroli jakości wyrobów montażu umożliwi bardziej precyzyjne oddziaływanie na jakość procesu obróbczego i montażu.

Zasadnicze znaczenie dla realizacji systemu sterowania jakością mają procesy ewidencjonowania i przepływu informacji.

Precyzując warunki realizacji jakości należy uwzględnić interakcję prędkości przepływu materiałów na jakość wyrobu. Narzuca to potrzebę indywidualnego dyskutowania problematyki jakości dla każdego zakładu.

Rzeczywiste dyskretne procesy technologiczne charakteryzują się strukturą szeregowo-równoległą. Elementy z wydziałów obróbczych i podzespoły z podmontaży są przekazywane na kolejną linię montażu, gdzie zachodzą operacje montażu zespołu.

Na montaż zespołu elementy i podzespoły dostarczane są w określonych ilościach.

W procesie montażu następuje zmontowanie elementów i podzespołów w zespół. Kolejny zmontowany zespół jest zbiorem określonych dokumentacją technologiczną montażu elementów q_e oraz podzespołów q_p. Każdemu z elementów i podzespołów można przyporządkować jakość projektowaną j określoną przez zbiór cech w WTO /warunki techniczne odbioru/. Pomijając jakość procesu montażu możemy wyróżnić w kolejnym zmontowanym zespole jakość projektową, wynikającą z jakości projektowej montowanych elementów i podzespołów. Przyporządkowana zespołowi jakość j jest zbiorem cech jakościowych zbioru elementów i podzespołów tworzących zespół.

Kolejny i-ty zmontowany zespół możemy opisać zależnością:

$$Q^j_{zi} = \left\{ q^j_{ei1} \ldots q^j_{eim},\ q^j_{pi1} \ldots q^j_{pik} \right\} \qquad (1)$$

gdzie:

Q_{zi} - kolejny zmontowany zespół,

q_{ei1} - kolejny element zmontowany w i-tym zespole,

q_{pi1} - kolejny podzespół zmontowany w i-tym zespole,

z - indeks zespołu,

e - indeks elementu,

p - indeks podzespołu,

i+m - indeksy wyróżniające rodzaj elementów zamontowanych w danym zespole,

i+k - indeksy wyróżniające rodzaj podzespołów zamontowanych w danym zespole,

j - jakość projektowa charakteryzująca dany element, podzespół i zespół.

W ciągu określonego przedziału czasu Δt zostaje zmontowana pewna liczba zespołów, tworzących zbiór Z, co zapisujemy:

$$Z = \left\{ Q^j_{zi} \ldots\ldots\ldots Q^j_{zn} \right\} \qquad (2)$$

Na zbiór zespołów zmontowanych w przedziale Δt składają się zbiory elementów i podzespołów.

$$
\begin{aligned}
Q_{e1} &= \left\{ q^j_{e11} \cdots\cdots q^j_{en1} \right\} \\
&\vdots \\
Q_{em} &= \left\{ q^j_{e1m} \cdots\cdots q^j_{enm} \right\} \\
Q_{p1} &= \left\{ q^j_{p11} \cdots\cdots q^j_{pn1} \right\} \\
&\vdots \\
Q_{pk} &= \left\{ q^j_{p1k} \cdots\cdots q^j_{pnk} \right\}
\end{aligned}
\qquad (3)
$$

Najogólniej możemy dla rozważań przyjąć, że każdy z wyróżnionych elementów i podzespołów wchodzi do kolejnego zespołu jednokrotnie, a więc liczność zbiorów określonych wyrażeniami (2) i (3) jest taka sama.
Oszacowanie wadliwości dostarczanych na montaż elementów i podzespołów odbywa się w większości metodami SKJ, tylko dla ważniejszych podzespołów stosowana jest próba pełna. Na wejściu montażu zespołu zachodzi proces samokontroli.
Na stanowiskach montażu w procesie samokontroli stosowana jest alternatywna klasyfikacja elementów i podzespołów.
Dopływ informacji o wadliwości wyrobów do odpowiedniego szczebla struktury hierarchicznej jest zasadniczy dla przebiegu procesów sterowania jakością. W zbiorze informacji o jakości, ważącymi dla scharakteryzowania stabilizacji procesu technologicznego są informacje dotyczące wadliwości wyrobów. Oszacowanie wadliwości wyrobów na kolejnych etapach procesu technologicznego może być:

- statystyczne odniesione do danej populacji,
- w postaci liczby wybraków dla danego zbioru.

Wyroby, których jakość wykonania jest różna od jakości projektowanej, stanowią wybraki. Wybraki W_n na kolejnym etapie procesu technologicznego są podzbiorem kontrolowanego zbioru wyrobów. Na linii montażu, zbiór wybraków elementów i podzespołów, ujawnionych w wyniku działania samokontroli, jest sumą podzbiorów wybraków z poszczególnych stanowisk kontrolnych, co zapisujemy:

$$W_L = \bigcup_{n=1}^{n} W_n \qquad (4)$$

$$W_n \subset Q^j_n$$

gdzie:

W_L - zbiór wybraków ujawnionych na linii montażu,

W_n - podzbiory wybraków na poszczególnych stanowiskach kontrolnych,

Q_n^j - zbiór wyrobów dostarczony na kolejne stanowisko montażu.

Przy czym zachodzi:

$$\left(w \in \bigcup_{n \in N} W_n \right) \Longleftrightarrow \bigvee_{n \in N} \left(w \in W_n \right) \tag{5}$$

Docelowo dla potrzeb sterowania jakością wyrobów ważną sprawą jest wyróżnienie skuteczności oddziaływania na jakość stosowanych procedur kontroli i określenie granicznych wadliwości wyrobów rozpatrywanego procesu technologicznego.

Pomijając na obecnym etapie rozważań wadliwość montażu, w montowanym zespole obecność jednego elementu lub podzespołu o jakości różnej od projektowej powoduje, że zespół jest niewłaściwej jakości. W skrajnie niesprzyjającym przypadku wadliwość wyrobów na etapie montażu zespołów W_z może być losowo równa sumie podzbiorów wadliwości elementów i podzespołów, które nie zostaną ujawnione na etapie samokontroli, co zapisujemy:

$$W_{zmax} = \bigcup_{n=1}^{n} W_{zi} \tag{6}$$

gdzie:

W_{zmax} - maksymalnie graniczny zbiór zespołów wadliwych,

W_{zi} - podzbiory wybraków ujawnionych w kolejnych i-tych zespołach Q_{zi}.

Udział samokontroli w procesie kontroli jakości jest niezadowalający.

W skrajnie sprzyjającym przypadku, losowo, wadliwość wyrobów na etapie montażu zespołów będzie równa podzbiorowi wadliwych elementów lub podzespołów o największej liczności, co zapisujemy:

$$W_{z\,min} = W_{zi\,max} \tag{7}$$

gdzie:

W_{zmin} - minimalnie graniczny zbiór zespołów wadliwych,

W_{zimax} - podzbiór wadliwych elementów lub podzespołów o największej liczności, ujawniony w i-tych zespołach.

Osobnym problemem jest waga danej wadliwości z punktu widzenia funkcjonalności wyrobu finalnego.

Dla oceny stabilizacji wadliwości dyskretnego procesu technologicznego, informacje o wybrakach, odpowiadające chwili t_i, muszą być przetwarzane przez system komputerowy wg odpowiednich algorytmów na wskaźniki (np. procentowe). Tak przetworzonej informacji dla chwili t_i odpowiada zbiór decyzji D wyboru sterowań, opóźniony względem informacji o czas τ:

$$D\left(t_i + \tau\right) = \left\{d_1, d_2 \ldots\ldots d_m\right\} \tag{8}$$

Zbiór decyzji D pozostaje w relacji ze zbiorem dopływających informacji o wybrakach W, co zapisujemy:

$$\bigwedge_{w \in W(t_i)} \bigvee_{d_m \in D(t_i + \tau)} (w \rho d_m) \qquad (9)$$

Informacje o wybrakach, na podstawie których są podejmowane decyzje, nie mogą się zdezaktualizować w takim stopniu, żeby nie były przydatne do wykorzystania w procesie sterowania jakością wyrobów.

W warunkach nieustabilizowanego procesu technologicznego, osiągany poziom wadliwości wyrobów jest procesem losowym. Przy ustabilizowanym procesie technologicznym losowy poziom wadliwości wyrobów ograniczony jest przyjętym techniczno-ekohomicznie uzasadnionym minimum. Uzyskanie stabilizacji lokalnej wadliwości wyrobów na kolejnych etapach dyskretnego procesu technologicznego, tworzy przesłanki uzyskania stabilizacji globalnej poziomu wadliwości wyrobu końcowego.

Wyróżnione zależności narzucają potrzebę określenia metod kontroli jakości, reprezentatywnych zbiorów wyrobów, jak również przedziałów czasowych wykonywania pomiarów kontrolnych wadliwości wyrobów, na kolejnych etapach dyskretnego procesu technologicznego, aby były one reprezentatywne dla oszacowania tak stabilizacji lokalnej, jak i globalnej wadliwości wyrobów tego procesu.

4. Wnioski

Przedstawione w artykule rozważania dotyczą wielkoseryjnych dyskretnych procesów technologicznych. W opracowaniu sformułowano zadania systemu sterowania jakością wyrobu dla rozpatrywanej klasy układu. Konkretyzując model procesu technologicznego, rozpatrzono realizację kontroli i sterowania jakością wyrobów. W artykule przedyskutowano realizację systemu sterowania jakością, z uwzględnieniem elementów rzeczywistego procesu technologicznego, wskazując na potrzebę ich indywidualnego rozwiązania.

LITERATURA:

[1] J. Gościński: Elementy cybernetyki w zarządzaniu. PWN, Warszawa 1968.

[2] Puchalski T.: Elementy statystycznej kontroli jakości produkcji. PWN, Warszawa 1970.

[3] Gwarek H.: Sterowanie jakością w przedsiębiorstwie. PWE, Warszawa 1975.

[4] Bubnicki Z.: Identyfikacja obiektów sterowania. PWN, Warszawa 1974.

[5] Tomaszewski A.: Sterowanie jakością produkcji maszyn i urządzeń. WNT, Warszawa 1977.

[6] Kiliński A.: Przemysłowe procesy realizacji. Podstawy teorii. WNT, Warszawa 1976.

[7] Rasiowa H.: Wstęp do matematyki współczesnej. PWN, Warszawa 1975.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ИЗДЕЛИЯ В ДИСКРЕТНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЦВМ

Р е з ю м е

В статье представлена проблема введения системы управления качеством изделия в дискретном технологическом процессе с использованием ЭЦВМ. Определены задачи системы управления качеством изделия и общие требования исполнения контроля управления качеством изделия в дискретном технологическом процессе. Представленная и рассмотренная модель содержит элементы действтельного технологического процесса.

THE CHOSEN PROBLEMS OF COMPUTER CONTROL SYSTEMS FOR QUALITY PRODUCTION IN THE DISCREETE TECHNOLOGY PROCESS

S u m m a r y

The paper presents the problems of a system and the general requirements for verification and control of quality production in the discreete technology process. The real of the technological process are taken into account in the paper.