

Marek Hołyński, Zbigniew Poznański
Instytut Maszyn Matematycznych
Warszawa

MODELOWANIE KOMPUTEROWE AUTOMATYCZNEGO SYSTEMU KONTROLI JAKOŚCI WYROBÓW

Streszczenie. Przedstawiono model automatycznego systemu kontroli jakości wyrobów. Wykorzystując metodę symulacji cyfrowej /język Simula 67/ wyznaczono optymalny podział czasu kontroli wyrobów na etapy, tak aby zapewnić minimalny czas ich oczekiwania w magazynie wysokiego składowania.

1. Uwagi ogólne

Kompleksowa automatyzacja procesów produkcyjnych, zwalniając ludzi od wykonywania uciążliwych czynności wytwórczych, może jednak wpłynąć na ograniczenie kontroli człowieka nad właściwym przebiegiem procesu.

Stąd właśnie bierze się najczęściej pogorszenie jakości wyrobów towarzyszące niekiedy przechodzeniu na wyższy stopień automatyzacji. Zapobiec temu można wprowadzając zaostrzoną kontrolę wszystkich fragmentów procesu: począwszy od wstępnej kontroli surowców, elementów i podzespołów, poprzez kontrolę międzyetapową, po finalną kontrolę wyrobów. Pożądane jest przy tym, aby ta kontrola, dla utrzymania jednorodnego charakteru procesu wytwórczego i zapobieżenia "wąskim gardłom", wykonywana była również w sposób automatyczny. Dotyczy to zwłaszcza obiektów zautomatyzowanych kompleksowo przy wykorzystaniu techniki komputerowej.

W celu właściwego przygotowania systemu kontroli korzystnie jest stworzyć model matematyczny stanowiska kontroli. Model ów będzie opisem stanowiska zarówno wobec procesu produkcyjnego, jak i sterującej tym procesem maszyny cyfrowej. Badanie modelu ułatwi właściwe zaprojektowanie systemu i dostosowanie go do istniejących potrzeb. Ze względu na przyszłe zastosowania systemu w procesach produkcyjnych, w których dominują zmiany o charak-

terze dyskretnym, należy dążyć do stworzenia dyskretnego modelu matematycznego nadającego się do badania przy użyciu technik symulacyjnych na maszynie cyfrowej.

2. Opis modelu

Najbardziej złożonym i najtrudniejszym do opisanego fragmentem systemu automatycznej kontroli jest stanowisko kontroli finalnej wyrobów.

Wyroby, w przypadku przemysłu maszynowego składają się z wielu elementów i podzespołów, powinny być tu przebadane pod kątem ich wartości użytkowej. Na ogół oprócz prób sprawnościowych przechodzą one starzenie wstępne w warunkach eksploatacyjnych. Badanie to jest najbardziej czasochłonne i dlatego pożądane jest rozbić go na kilka etapów. Na początku bada się ogólny stan wyrobu i w razie wykrycia uszkodzeń odsyła do naprawy.

W ten sposób eliminuje się w pierwszym rzędzie wyroby o zasadniczych uszkodzeniach. Dalsze etapy badania prowadzi się w miarę wolnego czasu, tj. wówczas, gdy na stanowisko kontroli nie nadchodzą wyroby bezpośrednio z linii produkcyjnej.

Założmy zatem zgodnie z rzeczywistą sytuacją, że:

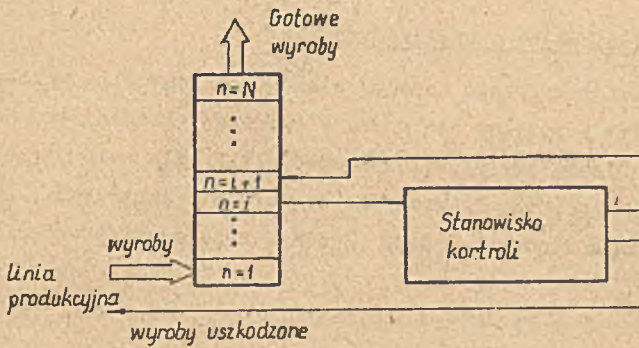
- 1/ Wyroby opuszczają linię produkcyjną nieregularnie; strumień wyrobów dochodzący do stanowiska kontroli jest np. strumieniem Poissona o parametrze λ .
- 2/ Podział badania wyrobu na etapy nie zmienia warunków badania.
- 3/ Ilość etapów badania wyrobu jest ustalona i równa N . Po wykonaniu $n = N$ etapów wyrób uznawany jest za zdatny / n - numer bieżący etapu/.
- 4/ Po wykryciu niezdatności wyrobu przekazywany on jest do identyfikacji i naprawy uszkodzenia na linię produkcyjną. Po naprawie traktowany jest jako nowy wyrób powiększając strumień wyrobów dochodzących do stanowiska kontroli.
- 5/ Po wykonaniu n -tego etapu badania wyrób umieszczany jest w magazynie wysokiego składowania na poziomie $n + 1$.

Ponadto założmy, że:

- 6/ Na każdym z etapów czas badania jest jednakowy i równy T_g .
- 7/ Kolejność badania wyrobów jest zgodna z kolejnością poziomów w magazynie. Wyroby trafiające bezpośrednio z linii produkcyjnej znajdują się na poziomie $n = 1$. Rozpoczęcie badania wyrobu z danego poziomu możliwe jest dopiero po stwierdzeniu braku wyrobów na wszystkich niższych poziomach. Kolejność badania wyrobów z danego poziomu jest zgodna z regulaminem FCFS.

8/ Czas transportu wyrobu między magazynem wysokiego składowania i stanowiskiem kontroli jest stały i równy T_p .

Tak sformułowane założenia określają organizację stanowiska kontroli w sposób pokazany na rys. 1.



Rys. 1 Schemat obiektu

3. Optymalizacja czasu kontroli

Przyjmijmy dla celów obliczeniowych, że czas, po którym występuje uszkodzenie jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym z parametrem μ .

Oznaczmy ponadto łączny czas oczekiwania wyrobu na badanie przez T_{oc} .

Będzie to czas przebywania wyrobu na wszystkich poziomach magazynu wysokiego składowania oraz czas wszystkich przesłań wyrobu do i ze stanowiska kontroli.

Zauważmy, że $T_{oc} = T_{oc}(N, T_s, \lambda, \mu)$. W rzeczywistych warunkach mamy jedynie pośredni wpływ na λ i μ . Dążąc do osiągnięcia minimalnego czasu oczekiwania wyrobu na badanie T_{oc}^* musimy określić optymalny etapowy czas badania T_s^* . Duża wartość T_s powoduje nieefektywne wykorzystanie stanowiska kontroli dla wyrobów ulegających uszkodzeniu wkrótce po rozpoczęciu badania i powstawanie nadmiernych kolejek na niższych poziomach magazynu, a zatem wzrost T_{oc} . Mała wartość T_s przyczynia się do zwiększenia ilości przesłań między magazynem wysokiego składowania, a stanowiskiem kontroli i także do wydłużenia T_{oc} .

Należy zatem spodziewać się przedziału T_S , w którym T_{oc} przyjmuje wartości optymalne, a w szczególności istnienia takiego $T_S = T_S^*$, aby:

$$T_{oc}^* = T_{oc} (T_S^*)$$

4. Program symulacyjny i analiza wyników

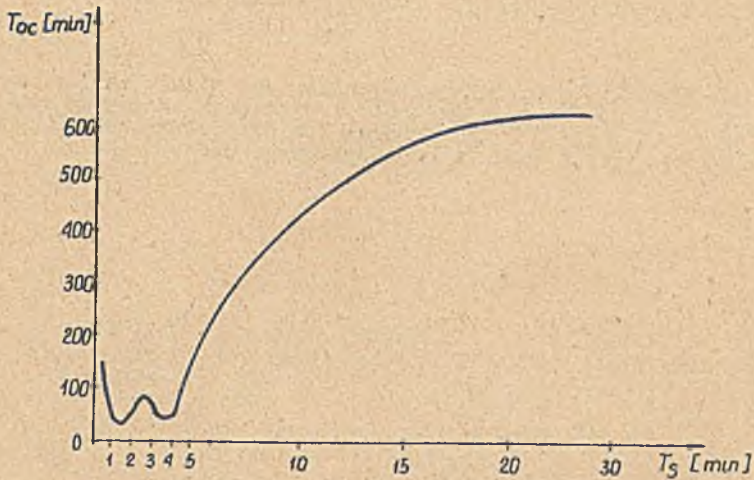
Na podstawie powyższego modelu stanowiska kontroli wyrobów napisany został algorytm i program dla maszyny cyfrowej. Program ten napisany został w języku Simula 67, stworzonym specjalnie dla celów symulacji rozszerzaniu języka Algol 60. Program ten zawiera 116 instrukcji, a jego średni czas wykonywania wynosi 8,5 sek. Zgodnie z zasadami tworzenia bloków w języku Simula 67 dzieli się on na trzy klasy: KONTROLA /model stanowiska kontroli i magazynu wysokiego składowania/, WYRÓB /model parametrów wyrobów/ i GENERATOR /model strumienia zgłoszeń/.

Program ten został uruchomiony na maszynie IRIS-80, co pozwoliło na przebadanie modelu stanowiska kontroli dla kilkudziesięciu różnych zestawów parametrów odpowiadających różnym sytuacjom produkcyjnym.

Dla przykładu zaprezentujemy wyniki serii obliczeń wykonanych dla intensywności produkcji określonej strumieniem Poissona o parametrze

$\lambda = 0,20$, magazynu wysokiego składowania o $N = 10$ poziomach i wyrobów, których czas do momentu uszkodzenia określony jest rozkładem wykładniczym z parametrem $\mu = 0,020$. Czas obserwacji procesu kontroli przyjęty został jako $T = 1500$ min - w tym czasie badanych jest średnio 30 wyrobów. Dla tak ustalonych warunków pięciokrotne przebadanie modelu w zakresie etapowych czasów kontroli wyrobów $T_S = 0,5 \div 30$ min dało po uśrednieniu wyniki takie, jak na rys. 2.

Jak widać, korzystne jest wybranie etapowych czasów kontroli z przedziału $T_S = 1 \div 5$ min, a optymalny czas oczekiwania na badanie T_{oc}^* uzyskiwany jest dla $T_S^* = 1$ min.



Rys. 2 Zależność średniego czasu oczekiwania wyrobu od jednostkowego czasu kontroli.

LITERATURA

- [1] GORDON G.: Symulacja systemów. WNT 1974
- [2] HOEYŃSKI M.: Układy pomiarowo-kontrolne obiektowych systemów komputerowej automatyzacji. Biuletyn Informacyjny - Obiektowe Systemy Komputerowe, 1977 nr 1-2
- [3] Simula 67 - Common Base Language. Norwegian Computing Center. Oslo 1968.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭЛЕКТРОННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

Резюме

В работе дается модель автоматической системы контроля качества изделий. Используя машинный эксперимент (язык SIMULA 67) определяется оптимальное разделение времени контроля изделий на этапы так, чтобы время ожидания в этвном складе было минимальное.

COMPUTER MODELLING OF AUTOMATIC QUALITY CONTROL SYSTEM

S u m m a r y

Using a simulation method implementing the Simula 67 language, a model of an automatic quality control system is presented and optimum time intervals for the control are determined, which minimize the expected residence time in a high-storage unit.