

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ ПЕТРІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДЕФЕКТНОСТІ ПРОЦЕСІВ ПОСЛІДОВНОЇ СТРУКТУРИ

Розглядаються принципи моделювання дефектності технологічних процесів послідовної структури. В якості оцінок дефектності використано імовірнісні показники і параметри потоків дефектів.

The modeling principles of serial structure technological process defects were considered. As defects estimation the probability indexes and defects flow parameters were used.

Технологічні процеси послідовної структури становлять основу виробництва багатьох видів техніки. Їх особливість полягає у послідовному формуванні необхідних властивостей продукції і одночасно з цим у формуванні потоків виробничих дефектів. У більшості сучасних виробництв на кожному кроці технологічного процесу дефектність визначається двома складовими, а саме, дефектністю, зумовленою невірним виконанням конкретної технологічної процедури і неякісним виконанням попередніх процедур. У першому випадку виникає аддитивна складова дефектності, у другому – мультиплікативна складова. Дослідження показали, що властивості аддитивних і мультиплікативних дефектів по різному впливають на формування потоків і створення у процесі експлуатації виробів відмовостимулюючих ситуацій. Це ускладнює побудову універсальних моделей і проведення на їх основі прогнозів безвідмовності. В той же час загальною рисою і перших, і других дефектів є те, що при проведенні технологічних процедур їх потоки ущільнюються, а при проведенні контрольних процедур – розріджуються.

Зручною формою відображення процесів формування дефектності у виробництві з послідовною структурою є мережі Петрі [1]. Вони дозволяють наглядно окреслювати згадані перетворення і на цій основі проводити їх аналітичний опис. Кожний крок технологічного процесу у такому представленні розглядається як елемент перетворення вхідних показників якості у вихідні показники. Для їх кількісної оцінки можуть бути використані імовірності подій вводу, пропуску і виявлення дефектів на даному кроці, або параметри потоків виробничих дефектів. На рис.1

приведена імовірнісна схема формування дефектності з врахуванням мультиплікативної і аддитивної складових.

При імовірнісній оцінці дефектності імовірності вводу $P_{ki}^в$, пропуску $P_{ki}^{пр}$ та виявлення дефектів $P_{ki}^{в\dot{я}}$ у загальному виді є функціоналами:

$$P_{ki}^в = P^в(P_{ki}^*, P_{(k-1),2}^{пр}, \dots, P_{(k-1)(k-1)}^{пр}), \quad (1)$$

$$P_{ki}^{пр} = P^{пр}(P_{(k-1)i}^{пр}, P_{ki}^в, P_{ki}), \quad (2)$$

$$P_{ki}^{в\dot{я}} = P^{в\dot{я}}(P_{(k-1)i}^{пр}, P_{ki}^в, P_{ki}). \quad (3)$$

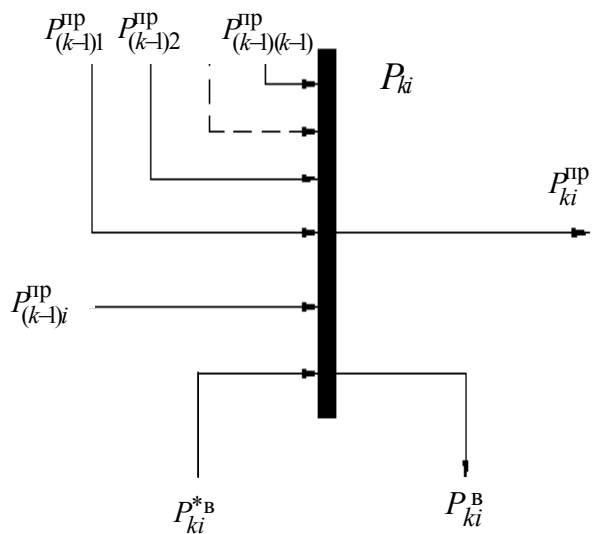


Рис.1. Імовірнісна схема процесу формування дефектності з врахуванням аддитивних і мультиплікативних складових.

У цих залежностях P_{ki} – імовірність вірного контролю i -го параметра на k -му кроці технологічного процесу.

Імовірність пропуску дефектів після кінцевої технологічної операції $P_n^{пр}$ визначає процент виходу придатних виробів. Якщо вважати, що пропуски дефектів по кожному з параметрів з імовірністю $P_{ni}^{пр}$ ($i = \overline{1, n}$) є сумісними подіями A_1, A_2, \dots, A_n , то імовірність суми цих подій визначається рівнянням

$$P_n^{пр} = P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) - P(A_1 A_2) - P(A_1 A_3) - \dots - P(A_1 A_n) + \dots + (-1)^n P(A_1 A_2 \dots A_n). \quad (4)$$

При оцінці виробництва параметром потоку дефектів $\omega_{ki}^Д$ схема його формування набуває аналогічного виду.

Параметри потоків вхідних $\omega_{ki}^{вД}$, пропущених $\omega_{ki}^{прД}$ та виявлених $\omega_{ki}^{вяД}$ дефектів описуються залежностями:

$$\omega_{ki}^{вД} = \omega^в(\omega_{ki}^{вД*}, \omega_{(k-1),1}^{прД}, \omega_{(k-1),2}^{прД}, \dots, \omega_{(k-1)(k-1)}^{прД}), \quad (5)$$

$$\omega_{ki}^{прД} = \omega^{пр}(\omega_{(k-1),i}^{прД*}, \omega_{ki}^{вД}, P_{ki}), \quad (6)$$

$$\omega_{ki}^{вяД} = \omega^{вя}(\omega_{(k-1),i}^{прД*}, \omega_{ki}^{вД}, P_{ki}). \quad (7)$$

Параметр потоку дефектів виробів на кінцевій стадії технологічного процесу $\omega_n^{пр}$ визначається сумою потоків по кожному з параметрів

$$\omega_n^{прД} = \sum_{i=1}^n \omega_{ni}^{прД}. \quad (8)$$

Цю залежність можна подати в іншому виді, якщо скористатись поняттями ущільнення і розрідження потоків з параметрами відповідно γ_{ki} і $(1 - P_{ki})$ [2]:

$$\omega_n^{прД} = \omega_{01}^{прД} \prod_{k=1}^n \gamma_{k1} (1 - P_{k1}) + \omega_{12}^{прД} \prod_{k=2}^n \gamma_{k2} (1 - P_{k2}) + \dots + \omega_{(n-1)n}^{прД} \gamma_{nn} (1 - P_{nn}) \quad (9)$$

Враховуючи, що кожний крок технологічного процесу характеризується потоком дефектів, що вводяться при виконанні відповідної операції, сумарний потік можна представити у вигляді наступного рівняння

$$\omega_n^{прД} = \left\{ \left[(\omega_{01}^{прД} + \omega_{11}^{вД}) (1 - P_{11}) + \omega_{21}^{вД} \right] (1 - P_{21}) + \dots + \omega_{n1}^{вД} \right\} (1 - P_{n1}) + \left\{ \left[(\omega_{12}^{прД} + \omega_{22}^{вД}) (1 - P_{22}) + \omega_{32}^{вД} \right] (1 - P_{32}) + \dots + \omega_{n2}^{вД} \right\} (1 - P_{n2}) + \dots + \left\{ \left[(\omega_{(n-2)(n-1)}^{прД} + \omega_{(n-1)(n-1)}^{вД}) (1 - P_{(n-1)(n-1)}) + \omega_{n(n-1)}^{вД} \right] (1 - P_{n(n-1)}) + (\omega_{(n-1)n}^{прД} + \omega_{nn}^{вД}) \right\} (1 - P_{nn}).$$

В останніх двох формулах використовуються імовірності вірного контролю P_{ki} та параметри ущільнення потоків дефектів при виконанні технологічних процедур γ_{ki} . Між ними існує залежність

$$P_{ki} = 1 - \frac{\omega_{ki}^{прД}}{\gamma_{ki} \omega_{(k-1)i}^{прД}}. \quad (10)$$

Дослідження технологічних процесів серійного виготовлення радіоелектронних вимірювальних пристроїв груп С (електронні осцилографи) і Ч (частотоміри) дозволили встановити емпіричні залежності між параметрами потоків вихідних дефектів і імовірностями виникнення їх аддитивних і мультиплікативних складових.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Котов В.Е. Сети Петри. - М.: Наука, 1984.
2. Бобало Ю.Я., Киселичник М.Д., Недоступ Л.А. Системний аналіз якості виробництва прецизійної радіоелектронної апаратури. - Львів: Видавництво ДУ "ЛП", 1996.