

УДК 519.86:681.324

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ВИХІДНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

© **В. Б. Струтинський**, д.т.н., професор, НТУУ «КПІ», Київ;
Н. Р. Веселовська, к.т.н., доцент, **О. В. Зелінська**,
Вінницький державний аграрний університет,
Вінниця, Україна

Рассмотрена оценка эффективности и надежности исходного контроля параметров технологических систем сравнением значений исходных параметров с границами установленных допусков на них и проверкой соответствия систем техническим условиям или эталонному образцу.

The efficiency estimation of initial producing wares capacity control of is considered. It is carried out by comparison of initial parameters values with the setting admittances scopes on them and verification of accordance of producing goods to the technical terms or standards.

Вступ

У процесі вихідного контролю, особливо при приймально-здавальних випробуваннях, оцінка працездатності технологічних систем здійснюється порівнянням значень вихідних параметрів з межами встановлених допусків на них і перевіркою відповідності систем технічним умовам або еталонному зразку.

Аналіз попередніх досліджень

При застосуванні методу вихідного контролю до партії з N однотипних систем, останні діляться на дві групи за результатами вихідного контролю. До першої групи відносять об'єкти, параметри яких не вийшли за межі допусків, до другої — об'єкти, у яких хоча б один параметр вийшов за встановлені межі. Оскільки кожна партія виробів

характеризується середньою величиною надійності P не рівній, як правило, одиниці, то до першої групи об'єктів, назовемо її працездатною, буде відноситься

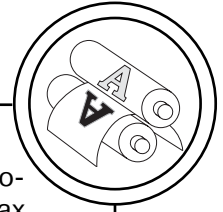
$$N_{\Pi} = NP, \quad (1)$$

а до другої групи об'єктів, назовемо її непрацездатною

$$N_{\text{H}} = N(1 - P). \quad (2)$$

Ефективність та надійність вихідного контролю, на перший погляд, можна оцінити відношенням числа працездатних систем N_{Π} до загального числа систем N , що випускаються, або відношенням числа непрацездатних систем N_{H} до загального числа N . Проте така оцінка ефективності вихідного контролю відповідає тим задачам, які на нього покладені. Оскільки завод гарантує безвідмовну роботу

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



систем на протязі гарантійного ресурсу t_r , то ефективність вихідного контролю найдоцільніше оцінювати відношенням числа безвідмовно відпрацьованих за час t_r систем до числа прийнятих працездатних N_{Π} . Таку оцінку ефективності вихідного контролю можна записати так:

$$W = \frac{N_{\Pi} - Q(t_r)}{N_{\Pi}} = 1 - \frac{Q(t_r)}{N_{\Pi}}, \quad (3)$$

де $Q(t_r)$ — число систем, що відмовили за час, з числа визнаних працездатними у момент вихідного контролю.

Відношення $\frac{Q(t_r)}{N_{\Pi}}$ можна трактувати як вірогідність відмови систем, визнаних за результатами вихідного контролю працездатними і готових до роботи. Отже, вираз (3) в межі ($N_{\Pi} \rightarrow \infty$) визначає вірогідність безвідмовної роботи працездатних систем за час t_r або гарантійну надійність $P(t_r)$.

Гарантійна надійність $P(t_r)$, згідно з (3), залежить і від числа систем у момент вихідного контролю N_{Π} і від числа відмовивших за час t_r систем $Q(t_r)$. Число працездатних систем N_{Π} у момент випуску із заводу, а також число відмовивших за час t_r систем $Q(t_r)$, залежить від характеристик надійності систем і від методики прийняття рішення про працездатні і непрацездатні системи. Іншими словами, кількості систем N_{Π} і $Q(t_r)$ залежать від об'єму використовуваної інформації для прийняття рішення щодо кожної конкретної системи заводом, який виготовляє. Природно, що чим більше буде

використано інформації про процеси, що протікають у системах за тих або інших умов використання (зберігання), тим точніше буде визначено стан систем і, отже, прийнято більш обґрунтоване рішення.

Великий інтерес представляє порівняння по критерію (3) різних методів вихідного контролю при використуванні різного об'єму інформації про поведінку систем після випуску заводом. Так, при існуючій методиці прийняття рішення про випуск використовується інформація про стан кожної системи, яку можна отримати при контролі вихідних параметрів у момент його випуску. Зміна технічного стану системи за гарантійний час t_r не береться до уваги і ніяк не враховується. Це призводить, з одного боку, до частого виходу з ладу систем за час t_r , а з іншого — до необхідності містити значний запас людських і виробничих ресурсів, щоб забезпечити виконання рекламацій, що загалом призводить до значних економічних витрат і до небезпеки застосувати непрацездатні системи.

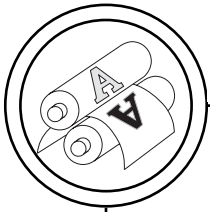
Оскільки при контролі параметрів припускаються помилки першого і другого роду, то кількість працездатних прийнятих систем у момент вихідного контролю можна визначити як

$$N_{\Pi} = N[(1 - \alpha)P + \beta(1 - P)]. \quad (4)$$

Із загальної кількості N_{Π} дійсно працездатних систем буде рівна

$$N_{\Pi} = N(1 - \alpha)P. \quad (5)$$

а непрацездатних вже у момент випуску із заводу



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

$$N_H = N(1 - P)\beta. \quad (6)$$

За гарантійний час t_r дійсно працездатні системи відмовлятимуть з вірогідністю $q(t_r)$. Тоді кількість систем, що відмовили, за час t_r

$$Q(t_r) = N[(1 - \alpha)Pq(t_r) + \beta(1 - P)]. \quad (7)$$

Ефективність вихідного контролю, оцінювана виразом (3) визначається так:

$$\begin{aligned} W &= 1 - \frac{Q(t_r)}{N_H} = 1 - \frac{(1 - \alpha)Pq(t_r) + \beta(1 - P)}{(1 - \alpha)P + \beta(1 - P)} = \\ &= \frac{(1 - \alpha)P + \beta(1 - P) - (1 - \alpha)Pq(t_r) - \beta(1 - P)}{(1 - \alpha)P + \beta(1 - P)} = \\ &= \frac{1 - q(t_r)}{1 + \frac{\beta}{1 - \alpha} * \frac{1 - P}{P}} \end{aligned} \quad (8)$$

Матеріал і результати дослідження

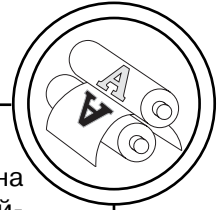
Аналізуючи вираз (8) отримуємо, що ефективність вихідного контролю при існуючій методиці прийняття рішення залежить від надійних параметрів систем і від помилки, що припускається, при контролі. Оскільки $q(t_r)$ є не спадаючою функцією часу, то ефективність вихідного контролю із збільшенням гарантійного часу t_r зменшується.

Розглянемо ефективність та надійність вихідного контролю систем в стані за формулою (3) за умови, що відомо повний опис вірогідності процесів зміни основних параметрів за гарантійний час t_r . В цьому випадку рішення на випуск систем з заводу приймається тоді, коли надійність його за час t_r не менша заданої $P_d(t_r)$. Прогнозована надійність кожної системи визначається як умовна вірогідність безвідмовної роботи її за час t_r

на основі відомих характеристик вірогідності процесів зміни контрольованих параметрів і набутих ними значень у момент вихідного контролю t_0 . При цьому, прогноз надійності здійснюється лише для систем, визначених працездатними у момент контролю. Виконується комплекс приймально-здавальних випробувань, в результаті яких ми одержуємо інформацію про значення контрольованих параметрів. Цієї інформації цілком достатньо для того, щоб розділити партію на працездатні і непрацездатні. Природно, непрацездатні системи допрацьовуються (ремонтуються) у виробництві і знову пред'являються на вихідний контроль. Для працездатних же систем на основі даних, одержаних в результаті проведення приймально-здавальних випробувань, і відомих вірогідних характеристик процесів зміни контрольованих параметрів обчислюється умовна вірогідність безвідмовної роботи за гарантійний час $P_{np}(t_r)$. Іншими словами, здійснюється прогнозування надійності для кожної системи, що випускається. На основі цієї обчисленої характеристики приймається рішення про випуск систем заводом, якщо $P_{np}(t_r) \geq P_d(t_r)$, прогнозована надійність не менше деякої наперед встановленої величини. Інакше система прямує на доопрацювання (настройку) його параметрів в більш оптимальні межі встановлених допусків.

За наявності повного опису вірогідності випадкового процесу зміни контрольованих параметрів системи число працездат-

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



датних систем із заводу визначатиметься формулою

$$N_{\text{ппр}} = N_{\text{п}} F P_{\text{д}}(t_{\text{Г}}),$$

$$G(x_1, x_2, \dots, x_n, t_{\text{Г}}), \quad (9)$$

де $P_{\text{д}}(t_{\text{Г}})$ — задана по тактичних міркуваннях величина надійності; $G(x_1, x_2, \dots, x_n, t_{\text{Г}})$ — закон розподілу контрольованих параметрів системи.

Кількість же систем, що відмовили, за гарантійний час буде

$$Q_{\text{ппр}}(t_{\text{Г}}) = N_{\text{ппр}} q_{\text{ппр}}(t_{\text{Г}}). \quad (10)$$

Тоді ефективність вихідного контролю

$$W = 1 - \frac{Q_{\text{ппр}}(t_{\text{Г}})}{N_{\text{ппр}}} =$$

$$= \frac{1 - N_{\text{ппр}} q_{\text{ппр}}(t_{\text{Г}})}{N_{\text{ппр}}} = \quad (11)$$

$$= 1 - q_{\text{ппр}}(t_{\text{Г}}).$$

У цьому випадку ефективність вихідного контролю не залежить від характеристик надійності системи і, отже, можна забезпечити виконання гарантії по одному з найважливіших параметрів системи — надійності.

Висновок

Визначення кількості працездатних систем $N_{\text{ппр}}$ при застосу-

ванні операції прогнозування на етапі вихідного контролю здійснено лише якісно. Проте щодо вирішення цього питання можна підійти з погляду теорії статичних гіпотез. Для прийняття рішення про випуск систем заводом за наслідками операції прогнозування розглянуто чотири несумісні події, утворюючі повну групу подій. Проте відзначимо, що фізичне значення цих подій принципово відрізняється від фізичного значення подій, що розглядаються при прийнятті рішення за наслідками контролю.

Використання операції прогнозування не підвищує ефективності контролю тільки в ідеальному випадку, коли надійність об'єкта рівна одиниці або ж при контролі не робиться помилок. У всіх інших випадках, а саме такі випадки і зустрічаються на практиці, ефективність вихідного контролю з використанням операції прогнозування надійності більше ефективності вихідного контролю без застосування цієї операції. Крім того, ефективність вихідного контролю тим більша, чим менш надійний об'єкт або допускаються значні помилки контролю.

1. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1968. — 655 с.
2. Жук К. Д., Тимченко А. А., Доленко Т. И. Исследование структуры и моделирование логико-динамических систем. — Киев: Наук. думка, 1975. — 197 с.
3. Семенюк І. М., Блауберг В. Е., Целінський В. П. Технічне обслуговування машин і обладнання тваринницьких ферм та комплексів. — К.: Урожай, 1979.
4. Северцев Н. А. Надежность сложных систем в эксплуатации и отработке. — М.: Высшая школа, 1989. — 427 с.
5. Струтинський В. Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки. — Житомир: ЖІТІ, 2001. — 616 с.
6. Струтинський В. Б., Веселовська Н. Р., Зелінська О. В. Структурна модель технологічного процесу як динамічної системи. —



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Луганськ: Видавництво ВНУ ім. В. Даля, 2007. — С. 158—164. 7. Струтинський В. Б., Веселовська Н. Р., Зелінська О. В. Структурна модель технологічного процесу як динамічної системи // Всеукраїнський НТЖ «Вібрації в техніці та технологіях». — № 2(47). — 2007. — С. 16—20.

Рецензент — М. І. Іванов, професор, Вінницький державний аграрний університет міністерства аграрної політики України

Надійшла до редакції 18.02.08