

УДК 623.004.67

М.В. Тимченко, Ю.П. Шамаєв

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

Досліджуються особливості автоматизації контролю та діагностики засобів вимірювальної техніки та управління ремонтом складних технічних засобів. Розглядається надійність засобів вимірювальної техніки та узагальнені параметри контролю та діагностики.

Ключові слова: діагностування, автоматизація, автоматизовані процеси, надійність.

Вступ

Постановка задачі. В теперішній час основним напрямком розв'язання проблем автоматизації є різке збільшення надійності. Однак вдосконалення організації обслуговування в поєднанні з механізацією та автоматизацією всіх процесів технічного обслуговування залишається актуальною задачею.

Ускладнення схематичної побудови та функціональних зв'язків разом з різким збільшенням кількості елементів в одиниці пристрою породжує певні труднощі при забезпеченні надійності, яку вимагають. В результаті виникає ряд проблем, які пов'язані із обслуговуванням цієї апаратури. Сутність їх полягає в тому, що розвиток у вказаному напрямку супроводжується різким збільшенням матеріальних витрат, тимчасових затрат та затрат праці на технічне обслуговування. Вважаючи на те, що об'єктивною тенденцією розвитку техніки на сучасному етапі є постійний ріст складності технічних пристроїв, питання автоматизації процесу діагностування ЗВТ на виробництві є актуальним.

Аналіз літератури. В літературі [1 – 5] розглядаються надійність та ефективність в техніці та основні питання експлуатації складних систем, але в цій літературі не визначаються питання, що пов'язані з дослідженням автоматизації діагностування.

Мета статті. Дослідити особливості автоматизації контролю та діагностики засобів вимірювальної техніки, управління ремонтом складних технічних засобів та надійність засобів вимірювальної техніки.

Основний матеріал

Систему технічного обслуговування можна розглядати як замкнену динамічну систему управління якістю цієї апаратури, в якій контроль та діагностування забезпечують сприйняття інформації та прийняття рішень, які визначають керуючий вплив на неї. Таким чином, дані контролю та діагностики є інформаційною основою, на базі якої будується технічне обслуговування, що і визначає високі вимоги до якості цих операцій та ту увагу, яка приділяється

проблемам контролю та діагностики останнім часом. Однак витрати часу на контроль та діагностику при технічному обслуговуванні складають близько 80% всіх витрат часу на обслуговування, що призводить до необхідності автоматизації процесів контролю та діагностики. В задачі автоматизації контролю та діагностики можна виділити ряд аспектів, які мають самостійне значення. До них можна віднести вивчення побутової РЕА, як об'єкт діагностування, дослідження властивостей різноманітних методів діагностування, питання конструктивно-схематичного характеру, пов'язані з розробкою автоматизованих систем контролю та діагностики, та на сам кінець питання експлуатації засобів контролю та діагностики. Автоматизована система контролю та діагностики включає в себе дев'ять функціональних вузлів (рис. 1).

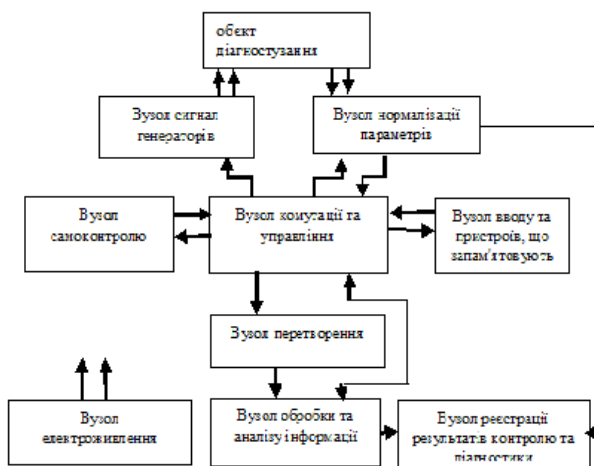


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи контролю та діагностики

Фізичним обґрунтуванням доцільності проведення періодичного за часом ремонту є погіршення від часу основних параметрів, що визначають працездатність ЗВТ, що досліджуються (старіння, знос і т.п.). Такі процеси можуть відбуватися з окремими елементами блоків і плат ЗВТ для вимірювання тепло- і електротехнічних величин, старіння зазнають окремі елементи ЗВТ для вимірювання радіотехнічних

величин. Ці елементи, як правило, при відмові «фрунтуються» настільки, що не підлягають відновленню. Такі елементи прийнято називати старіючими.

Час до відмови старіючого елемента часто підпорядковується нормальному закону розподілу, а функція інтенсивності відмов зростає за часом. Ця функція має вигляд

$$\lambda(t) = f(t)/(1 - F(t)), \quad (1)$$

де $F(t)$ – функція розподілу часу безвідмовної роботи елемента;

$$f(t) = F'(t). \quad (2)$$

Статистично функція $\lambda(t)$ визначається наступним чином. Вважаємо, що є дані за відмовами N однотипних елементів і нехай n_k – число відмов на k -му інтервалі $[(k-1)h, kh]$ довжини h . Тоді для k -го інтервалу статистичне значення функції $\lambda(t)$ (позначимо його через $\lambda^*(t)$) визначається за формулою [8]:

$$\lambda^*(t) = \frac{n_k}{(N - n_1 - \dots - n_{k-1})h}, \quad (k-1)h \leq t \leq kh. \quad (3)$$

Вся робота автоматизованої (автоматичної) системи експлуатації і ремонту націлена на найвищі кінцеві результати – одержання високого рівня надійності складного технічного засобу при найменших у середньому експлуатаційних витратах або на одержання максимальної її надійності при фіксованих середніх експлуатаційних витратах.

Засоби контролю і діагностування, що містять в собі тракт вимірювання, перетворення, комутації і мікропроцесор, повинні вмонтовуватися в систему, що контролює, а вимірювальний тракт повинен відповідати сучасним метрологічним вимогам. Узагальнені параметри рекомендується обирати таким чином, щоб забезпечити задану глибину контролю і діагностування та заданий ступінь достовірності. Контрольовані параметри описуються такими властивостями: номінальним значенням і полем допусків (межами); залежністю значень параметра від зовнішніх умов; необхідною точністю вимірювання; функціональними залежностями (формули для обчислень значень параметрів за результатами вимірювань непрямих величин). Значення контрольованого параметра

$$y = y_n \pm \delta, \quad (4)$$

де y_n – номінальне значення параметра; δ – допустиме відхилення параметра від номінального значення (допуск). Відомо, що безвідмовність об'єкта можна розглядати як добуток надійності p_1 , що характеризує відсутність раптових відмов, і надійності p_2 , що характеризує знаходження вихідних параметрів в межах допусків:

$$p = p_1 \cdot p_2. \quad (5)$$

Експлуатаційні допуски на вихідні параметри об'єкта складаються з суми трьох допусків: виробничого, температурного та допуску на старіння, тобто є сумою трьох випадкових величин:

$$\delta = \sqrt{\delta_{пр}^2 + \delta_T^2 + \delta_{ст}^2}, \quad (6)$$

де $\delta_{пр}$, δ_T , $\delta_{ст}$ – половина поля допусків відповідно виробничого, температурного і на старіння вихідного параметра. Температурний допуск характеризує межі зміни параметра при заданому перепаді температур. Зміну параметра під впливом температури можна представити у вигляді

$$y_T = y_0 [1 + a_T (t_1 - t_2)], \quad (7)$$

де y_0 – значення параметра при $t = (20^\circ \pm 5)^\circ\text{C}$; a_T – температурний коефіцієнт даного параметра, що характеризує відносну зміну його при нагріванні елемента на 1°C ; t_1 і t_2 – початкова та кінцева температури.

Допуском на старіння називають межі зміни параметрів від старіння за певний інтервал часу експлуатації, при якому зберігається працездатність об'єкта. У загальному вигляді зміна параметра від старіння елементів об'єкта

$$y_{ст} = y_0(1 + C_{ст}T_c), \quad (8)$$

де $C_{ст} = \Delta y/y$ – коефіцієнт старіння; Δy – зміна параметра за 1 год; y_0 – значення параметра в момент виготовлення об'єкта; T_c – повний час існування апаратури, включаючи зберігання і передбачуваний термін її роботи.

Розглянемо проблему одержання інформації у процесі відшукування причини несправності, що виникла. Значимо, що відшукування несправності – це діагностичний процес, пов'язаний з одержанням та переробкою інформації.

У випадку, що розглядається, надійність елементів ЗВТ будемо характеризувати так званою умовною імовірністю відмови

$$q_i = \lambda_i / \sum_{k=1}^m \lambda_k, \quad (9)$$

де q_i – умовна імовірність відмови i -го елемента ЗВТ за умови, що у цьому засобі відбулася відмова; λ_i – інтенсивність відмов i -го елемента; λ_k – інтенсивність відмов k -го елемента, $k = \overline{1, m}$.

Також одним з аспектів надійності останнім часом розглядається ремонтпридатність засобів вимірювальної техніки та звертає на себе все більшу увагу організацій і фахівців, що працюють в галузі проектування, виробництва й використання за призначенням ЗВТ.

Займаючись дослідженнями ремонтпридатності, варто розглядати її в більш широкому плані. Це пристосованість ЗВТ до проведення в однаковій мірі як ремонту, так і профілактичних заходів.

Для оцінки ефективності процесу проведення профілактики застосовуються коефіцієнти готовності K_r і технічного використання $K_{тв}$, де коефіцієнт готовності визначається за допомогою рівняння

$$K_r = T / (T + T_B), \quad (10)$$

де T – наробіток на відмовлення; T_B – середній час ремонту, а коефіцієнт технічного використання як

$$K_{ти} = t_{сум} / (t_{сум} + t_{рем} + t_{обсл}), \quad (11)$$

де $t_{\text{СУМ}}$ – сумарний наробіток за період роботи, який використовується; $t_{\text{РЕМ}}$ – сумарний час простою в ремонті; $t_{\text{ОБСЛ}}$ – сумарний час простою на технічно-му обслуговуванні.

З виразів (10) і (11) можемо зробити висновок, що чим менше середній час відновлення і сумарні простої, зв'язані з технічним обслуговуванням і ремонтом, тим вище коефіцієнти готовності і технічного використання.

На рис. 2 показаний характер зміни показників безвідмовності ($P(t)$), коефіцієнта технічного використання ($K_{\text{ТВ}}$) та експлуатаційних витрат (C) залежно від обсягів технічного обслуговування і ремонту ЗВТ (Q) та рівня ремонтпридатності (R).

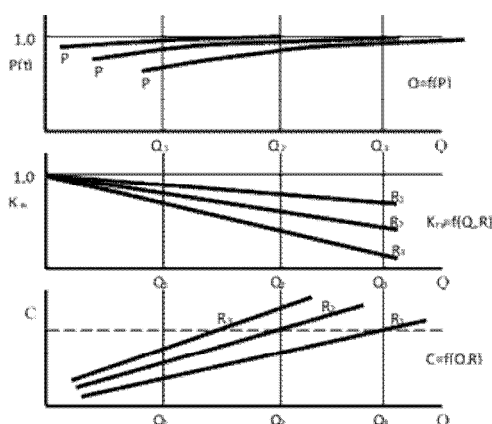


Рис. 2. Залежність величини $P(t)$, $K_{\text{ТВ}}$ та C від об'ємів профілактики Q і рівня ремонтпридатності R

Найбільш відчутні результати досягаються там, де забезпечений високий рівень ремонтпридатності ЗВТ, що дозволяє заплановані обсяги профілактики і ремонт виконувати при мінімальних витратах часу, працевтрат і засобів. Проблема підвищення ремонтпридатності особливо гостро виникає в зв'язку з неперервним удосконаленням конструкцій ЗВТ, з одного боку, і ростом вимог до забезпечення надійності та ефективності їх використання, з іншого.

Висновки

В статті розглянуті:

1. Сучасні принципи і стратегії проведення діагностування, засновані на проведенні діагностики

в реальному масштабі часу безпосередньо під час експлуатації досліджуваного (що діагностується) ЗВТ.

2. Використовування вказаного підходу дозволить ефективно організувати управління ремонтом складних технічних засобів, в том числі і ЗВТ.

3. Для підвищення ефективності функціонування ЗВТ необхідно вирішити такі першочергові завдання:

– встановити фактори, що впливають на ремонтпридатність ЗВТ;

– визначити та обґрунтувати склад вимог щодо ремонтпридатності ЗВТ;

– розробити методику для оцінки показників ремонтпридатності ЗВТ;

– визначити й обґрунтувати склад технічних засобів для оцінки ремонтпридатності ЗВТ.

4. Ремонтпридатність, як і безвідмовність, не існує сама по собі, вона виявляється в процесі експлуатації ЗВТ. Тому дослідження питань ремонтпридатності, обґрунтування технічних вимог, вибір показників для їх розрахунку та оцінки необхідно проводити в тісному зв'язку з питаннями використання, технічного обслуговування і ремонту ЗВТ.

Список літератури

1. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. – Т. 8: Эксплуатация и ремонт. / Под ред. В.И. Кузнецова и Е.Ю. Барзиловича. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.

2. Дедков В.К. Основные вопросы эксплуатации сложных систем / В.К. Дедков, Н.А. Северцев. – М.: Высшая школа, 1976. – 405 с.

3. Дедков В.К. Основные вопросы эксплуатации сложных систем / В.К. Дедков, Н.А. Северцев. – М.: Высшая школа, 1976. – 406 с.

4. Герасимов С.В. Метрологична надійність засобів вимірювальної техніки: навч. посібник / С.В. Герасимов, В.С. Козлов, Ю.П. Шамаєв. – Х., 2006. – 175 с.

5. Белокурский Ю.П. Основы теории надёжности та диагностирования вимірювальної техніки: навчальний посібник / Ю.П. Белокурський, А.Б. Єгоров, В.Я. Козлов. – Х.: ХВУ, 2001. – 72 с.

Надійшла до редколегії 18.12.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

М.В. Тимченко, Ю.П. Шамаев

Исследуются особенности автоматизации процесса диагностирования средств измерительной техники для повышения эффективности контроля на производстве.

Ключевые слова: диагностика, автоматизация, автоматизированные процессы, надежность.

STUDIES OF AUTOMATING THE PROCESS OF DIAGNOSING MEASURING INSTRUMENTS TO IMPROVE CONTROL IN MANUFACTURING

M.V. Tymchenko, Y.P. Shamaev

The features of automation control and diagnostic measuring instruments and control of complex repair of means. We consider the reliability of measuring instruments and generalized parameters monitoring and diagnosis.

Keywords: diagnostics, automation, automated process, reliability.