

УДК 681.518.5

В.В. Шевченко

Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ

КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦИФРОВИХ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАМІНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МЕТОДУ (СПОСОБУ) ДІАГНОСТУВАННЯ

В даній статті проводиться аналіз способів знання діагностичної інформації. Буде запропонований більш надійний і більш ефективний спосіб знімання діагностичної інформації безпосередньо на рівні експлуатації об'єкта. Яке в подальшому дозволить скоротити середній час діагностування самих цифрових ТЕЗ в 2-3 рази за рахунок відсутності переміщення несправних ТЕЗ з першого на другий рівень системи технічного обслуговування і ремонту, що приведе до збільшення коефіцієнту готовності цифрового об'єкту РЕЗО, а також підвищити імовірність достатності укомплектованості ЗІП об'єкта.

Ключові слова: типові елементи заміни, цифрові пристрої, контроль технічного стану, інтегральні схеми.

Вступ

В сучасних умовах швидкого розвитку елементної бази вимоги до основних показників надійності РЕТ (середній час відновлення і коефіцієнт готовності) становляться більш жорсткими [2 – 4, 6].

Для поліпшення основних показників надійності (зменшення середнього часу відновлення та збільшення коефіцієнту готовності) в сучасних складних економічних умовах пропонується використання електромагнітного методу діагностування цифрових типових елементів заміни (ТЕЗ), а також розробка на його основі простого і недорогого пристрою діагностування цифрових ТЕЗ.

Постановка задачі

Сутність електромагнітного методу (способу) діагностування полягає в тому, що в якості діагностичного параметру використовується амплітуда відеоімпульсів, які знімаються з корпусу цифрового ТЕЗ за допомогою антенного пристрою. Перехід цифрового ТЕЗ із одного стану у протилежний супроводжується зміною електромагнітного поля навколо нього. Дану властивість можна використовувати для визначення його технічного стану на першому рівні – рівні експлуатації радіоелектронних засобів озброєння (РЕЗО).

Таким чином, ефективність електромагнітного методу (способу) перевірки працездатності ТЕЗ залежить також від способу зняття інформації з антенного пристрою та алгоритмів її обробки [5]:

$$\Theta_n(t, \tau) = F(P_0, P_n, \mu, C, G), \quad (1)$$

де P_0 – надійність елементів ТЕЗ;

P_n – надійність елементів антенного пристрою у момент початку перевірки;

μ – інтенсивність контролю;

C – вартість пристрою контролю;

G – продуктивність (швидкодія).

Визначимо працездатність типового елемента заміни, складеного із $N_{ЗАГ}$ загальної кількості інтегральних схем (ІС):

$$N_{ЗАГ} = N_{П} + N_{НП} + N_{НН} + N_{ПН}, \quad (2)$$

де $N_{П}$ – кількість працездатних ІС, прийнятих за працездатні;

$N_{НП}$ – кількість непрацездатних ІС, прийнятих за працездатні;

$N_{НН}$ – кількість непрацездатних ІС, прийнятих як непрацездатні;

$N_{ПН}$ – кількість працездатних ІС, прийнятих як непрацездатні.

Ймовірність того що ІС, яку перевіряють, буде працездатною:

$$P_{БП}(t, \tau) = \frac{N_{П}}{N_{П} + N_{НП}}, \quad (3)$$

$$N_{П}(t, \tau) = N_{ЗАГ} P_0(t, \tau) P_{П}(t, \tau), \quad (4)$$

$$N_{НП}(t, \tau) = N_{ЗАГ} [1 - P_0(t, \tau) P_{П}(t, \tau)]. \quad (5)$$

Підставляючи вирази (4) та (5) в формулу (3), отримаємо:

$$P_{БП}(t, \tau) = \frac{P_0(t, \tau) P_{П}(t, \tau)}{P_0(t, \tau) P_{П}(t, \tau) + [1 - P_0(t, \tau) P_{П}(t, \tau)]}. \quad (6)$$

Ймовірність помилки при оцінюванні працездатності ІС:

$$Q_{ПБ}(t, \tau) = 1 - P_{БП}(t, \tau). \quad (7)$$

Ця ймовірність залежить від помилок при виконанні операцій контролю працездатності і може бути визначена з формули (4):

$$Q_{ПБ}(t, \tau) = 1 - [1 - Q_{П}(t, \tau)]^m, \quad (8)$$

де $Q_{П}(t, \tau) = \frac{n(t, \tau)}{m(t, \tau)}$ – середня ймовірність помилки операції при виконанні даної кількості операцій m ;

m – кількість операцій, що виконуються при перевірці працездатності ІС;

n – математичне сподівання кількості операцій з помилками.

З достатньою для практики точністю можна припустити:

$$Q_{БП}(t, \tau) \approx Q_{П}(t, \tau). \quad (9)$$

Надійність контролю працездатності ІС у цьому випадку:

$$P_{БП}(t, \tau) = 1 - Q_{П}(t, \tau). \quad (10)$$

Визначати працездатність ТЕЗ, складеного з декількох ІС, можна двома способами:

1. Проводити контроль кожної ІС.

Якщо ІС непрацездатна, то приймається рішення про непрацездатність ТЕЗ, в іншому випадку перевіряють працездатність наступної ІС. Номер ІС, яку перевіряють, визначається за допомогою оптимальних умовних алгоритмів. За рахунок цього суттєво скорочується кількість операцій при визначенні працездатності ТЕЗ.

2. Проводити контроль працездатності кожної ІС, запам'ятовувати отриману в результаті перевірки інформацію і аналізувати працездатність ТЕЗ після перевірки всіх ІС.

Визначимо ефективність першого способу контролю.

Ймовірність того, що після перевірки працездатності першої ІС ТЕЗ виявиться несправним:

$$Q_{ІС1}(t, \tau) = Q_{ІС1}(t, \tau) Q_{Пом1}(t, \tau), \quad (11)$$

де $Q_{ІС1}(t, \tau)$ – ймовірність визначення непрацездатного ТЕЗ після перевірки ІС1;

$Q_{Пом1}(t, \tau)$ – ймовірність пропущеного несправного ТЕЗ після перевірки ІС1 із-за помилки пристрою контролю.

Ймовірність того, що після перевірки працездатності другої ІС ТЕЗ виявиться несправним:

$$Q_{ІС2}^I(t, \tau) = \left[\begin{matrix} Q_{ІС1}(t, \tau) Q_{Пом1}(t, \tau) + \\ + Q_{ІС2}(t, \tau) \end{matrix} \right] Q_{Пом2}(t, \tau), \quad (12)$$

де $Q_{ІС2}(t, \tau)$ – ймовірність визначення непрацездатного ТЕЗ після перевірки ІС2;

$Q_{ІС2}(t, \tau) Q_{Пом2}(t, \tau)$ – ймовірність пропущеного несправного ТЕЗ після перевірки ІС2 із-за помилки пристрою контролю.

ного несправного ТЕЗ після перевірки ІС2 із-за помилки пристрою контролю.

Ймовірність непрацездатного стану ТЕЗ при перевірці третьої та четвертої ІС відповідно

$$Q_{ІС3}^I(t, \tau) = \left[\begin{matrix} Q_{ІС1}(t, \tau) Q_{Пом1}(t, \tau) + \\ + Q_{ІС2}(t, \tau) \end{matrix} \right] \times Q_{Пом3}(t, \tau), \quad (13)$$

$$Q_{ІС4}^I(t, \tau) = \left[\begin{matrix} \left[\begin{matrix} Q_{ІС1}(t, \tau) Q_{Пом1}(t, \tau) + \\ + Q_{ІС2}(t, \tau) \end{matrix} \right] \times \\ \times Q_{Пом2}(t, \tau) + Q_{ІС3}(t, \tau) \end{matrix} \right] \times Q_{Пом4}(t, \tau). \quad (14)$$

Для другого способу контролю:

$$Q_{ІС4}^{II}(t, \tau) = \left[\begin{matrix} Q_{ІС1}(t, \tau) + Q_{ІС2}(t, \tau) + \\ + Q_{ІС3}(t, \tau) + Q_{ІС4}(t, \tau) \end{matrix} \right] Q_{Пом1}(t, \tau). \quad (15)$$

Для порівняння ефективності способів контролю за надійністю припустимо:

$$Q_{Пом1} = Q_{Пом2} = Q_{Пом3} = Q_{Пом4} = Q_{Пом}, \quad (16)$$

$$Q_{ІС1} = Q_{ІС2} = Q_{ІС3} = Q_{ІС4} = Q_{ІС}. \quad (17)$$

Тоді для перевірки N інтегральних мікросхем отримаємо:

$$Q_{ІСn}^I(t, \tau) = Q_{Пом} Q_{ІС} (1 + Q_{ІС} + Q_{ІС} + Q_{ІС} \dots + Q_{ІС}) \approx; \quad (18)$$

$$\approx Q_{ІС} Q_{Пом} (1 + Q_{ІС});$$

$$Q_{ІСn}^{II}(t, \tau) = Q_{ІС} Q_{Пом} N. \quad (19)$$

Відношення ймовірностей непрацездатності ТЕЗ:

$$\frac{Q_{ІСn}^I(t, \tau)}{Q_{ІСn}^{II}(t, \tau)} = \frac{1 + Q_{ІС}}{N} \approx \frac{1}{N}. \quad (20)$$

З формули (20) видно, що перший спосіб процесу контролю працездатності ТЕЗ набагато надійніший другого способу. Проте порівняння способів перевірки тільки за надійністю є неповним. Для з'ясування ефективності способів перевірки порівняємо їх за вартістю.

Загальна вартість перевірки N інтегральних мікросхем:

$$C = \sum_{i=1}^N C_i, \text{ де } C_i - \text{вартість перевірки однієї ІС.}$$

Перевірка однієї ІС має певну ненадійність q_1, \dots, q_n .

Для першого способу перевірки збільшення вартості за рахунок помилок при перевірці ІС [1]:

$$\Delta C^I = q_1 C_1 + (C_1 + C_2) q_2 + \dots + (C_1 + \dots + C_{N_1}) q_{N_1}.$$

Для другого способу:

$$\Delta C^{II} = (C_1 + \dots + C_{N_2}) [1 - (1 - q_1) \dots (1 - q_{N_2})].$$

Для порівняння ефективності способів з урахуванням вартості перевірки припустимо:

$$q_1 = q_2 = q_3 = \dots = q_{N_1} = q_{N_2} = q;$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = \dots = C_{N_1} = C_{N_2} = C,$$

тоді:

$$\Delta C^I = qC(1 + 2 + \dots + N_1) = \frac{N_1(N_1 + 1)}{2} qC;$$

$$\Delta C^{II} = N_2 C [1 - (1 - q)^{N_2}] \approx N_2^2 qC;$$

$$\frac{\Delta C^{II}}{\Delta C^I} = \frac{2N_1}{N_2 + 1}.$$

Якщо у першому способі застосовуються оптимальні умовні алгоритми, то $N_1 < N_2$, і в середньому $N_1 \approx 2N_2$ тоді $\Delta C_1 \approx \Delta C_2$.

Висновок

Таким чином, можливо зробити висновок, що при однаковій вартості обох способів зняття інформації, перший має більшу надійність і виявляється більш ефективним при зніманні інформації за допомогою електромагнітного методу діагностування

безпосередньо на рівні експлуатації об'єкта. Це дозволить скоротити середній час діагностування самих цифрових ТЕЗ в 2-3 рази за рахунок відсутності переміщення несправних ТЕЗ з першого на другий рівень системи технічного обслуговування і ремонту, що приведе до збільшення коефіцієнту готовності цифрового об'єкта РЕЗО на 8...10%, а також підвищити імовірність достатності укомплектованості ЗІП об'єкта.

Список літератури

1. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.). – М.: Машиностроение, 1986. – Т. 1. Методология. Организация. Терминология; под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.
2. Анализ отказов изделий электронной техники / А.С. Мирошниченко, С.В. Ленков, З.А. Фишер, Б.И. Уродов; под ред. Н.В. Авдеевой. – М.: ЦООНТИ ЭКОС, 1987. – 168 с.
3. ДСТУ В 3576–97. Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1998. – 60 с.
4. Браев А.А. Справочник специалиста производственного подразделения предприятия по ремонту вооружения / А.А. Браев, М.Е. Киссин, В.Ф. Косоногов; под ред. В.С. Куцопало. – М.: Воениздат, 1984. – 288 с.
5. Методика побудови програм перевірки ТЕЗів РЕТ 4-го покоління: звіт НДР "Діагностика" / Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка; № РК 0101U002251; – К., 2004. – 150 с.
6. Основы надежности и технического обслуживания радиоэлектронных средств РТВ ПВО / А.Н. Буточнов, Б.П. Креденцер и др. – К.: КВИРТУ ПВО, 1982. – Ч.1. – 230 с.

Надійшла до редколегії 8.06.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Ленков, Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ.

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦИФРОВЫХ ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАМЕНЫ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МЕТОДА (СПОСОБА) ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

В.В. Шевченко

В данной статье проводится анализ способов снятия диагностической информации. Будет предложен более надежный и эффективный способ снятия диагностической информации непосредственно на уровне эксплуатации объекта, что в дальнейшем позволит сократить среднее время диагностирования самых цифровых ТЭЗ в 2-3 раза за счет отсутствия перемещения неисправных ТЭЗ с первого на второй уровень системы технического обслуживания и ремонта, что приведет к увеличению коэффициента готовности цифрового объекта РЕЗО, а также повысит вероятность достаточности укомплектованности ЗІП объекта.

Ключевые слова: типовые элементы замены, цифровые устройства, контроль технического состояния, интегральные схемы.

DIGITAL CONTROL TECHNOLOGY OF COMMON ELEMENTS REPLACEMENT WITH ELECTROMAGNETIC METHOD DIAGNOSTICS

V.V. Shevchenko

This paper analyzes the ways nobility diagnostic information. Will be given a more reliable and more efficient way to capture diagnostic information directly at the level of operation of the facility. What will further reduce the average time of diagnosis most digital SRE 2-3 times by eliminating faulty SRE moving from the first to the second level of maintenance and repair, which would increase the availability factor of digital object REMA and increase the probability of adequacy staffing APP object.

Keywords: typical elements of replacement, digital devices, control technical condition, integrated circuits.