

ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАМІНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МЕТОДУ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

У статті пропонується рішення науково-технічної задачі діагностування цифрових типових елементів заміни з використанням електромагнітного методу, заснованого на безконтактному зйомі діагностичної інформації.

Ключові слова: ремонтні органи, електромагнітний метод діагностування, цифрові типові елементи заміни, радіоелектронні компоненти.

Вступ. Останнім часом елементна база цифрових пристроїв радіоелектронних засобів озброєння (РЕЗО) набула суттєвих ускладнень. Це характеризується по-перше, високим ступенем інтеграції елементів, по-друге, високими робочими частотами, по-третє, складністю виявлення і локалізації відмов, які виникають, у четвертих, новими принципами побудови РЕЗО. Дані особливості сучасної елементної бази цифрових пристроїв РЕЗО обумовлюють зниження їх функціональної надійності. Це ускладнює організацію експлуатації, обслуговування і ремонту цифрових об'єктів РЕЗО та призводить до збільшення часу локалізації, як складової часу діагностування дефектних радіоелектронних компонентів типових елементів заміни (ТЕЗ). Тому ускладнюються умови для реалізації потенційних бойових можливостей РЕЗО, вимоги до яких в реальних умовах експлуатації постійно зростають.

Аналіз системи технічного обслуговування і ремонту (СТОіР) РЕЗО показав ряд конкретних недоліків в експлуатації, організації технічного обслуговування та проведенні ремонту цифрових об'єктів [1,2]. Виходячи з діагностичного обладнання об'єктів РЕЗО на першому рівні СТОіР, система вбудованого контролю може виявити відмову з точністю до групи (15-20) цифрових ТЕЗ підозрюваних у несправності, а ремонт об'єкта здійснюється агрегатним методом з використанням запасних ТЕЗ із комплекту одиночного ЗІП. При цьому група підозрюваних у несправності ТЕЗ відправляється на другий рівень СТОіР – у ремонтні органи, які знаходяться на значній відстані (сотні кілометрів) від рівня експлуатації РЕЗО. В результаті цього запасні інструменти та приладдя (ЗІП) об'єкта залишається недостатньо укомплектованим на протязі тривалого часу, що призводить до зниження імовірності достатності укомплектованості ЗІП об'єкта, збільшення середнього часу відновлення, зниження коефіцієнту готовності РЕЗО, а також значним чином є недостатнє фінансування потреб Збройних Сил України на обсяг випуску нових зразків РЕЗО.

Основна частина. Використання застарілих методів діагностування, недостатня укомплектованість сучасними засобами діагностики й ремонту, недосконалість існуючих робіт, що не забезпечують задану якість і своєчасність при проведенні діагностування, стають неадаптованими для нових зразків РЕЗ. Крім того, непристосованість нормативно – технічної документації виробів до задач технічного діагностування, низький рівень професійної підготовки особового складу строкової служби, строк якої у теперішній час становить 12 місяців, ускладнює можливість проведення технічного діагностування цифрових пристроїв РЕЗО згідно висунутих вимог. Більш того, реалізація можливостей ремонтних органів (РО) утруднена через відсутність постачання експлуатаційно-витратних матеріалів в належному обсязі.

Таким чином, недоліками РО є: низька адаптивність, невідповідність вимогам щодо підтримання експлуатаційної надійності сучасних РЕЗО, недоукомплектованість сучасними засобами діагностики і ремонту та недосконалість існуючих, низька кваліфікація ремонтного персоналу [4, 6-8].

У РО проводиться селекція підозрюваних у несправності ТЕЗ на справні й несправні. Справні повертаються назад на об'єкт - рівень експлуатації і поповнюють комплект одиночного ЗІП, а несправні, як правило, це (1-2) ТЕЗ відправляються для проведення ремонту на третій рівень СТОіР – у ремонтні підприємства, який, як правило, знаходиться на значному віддаленні від другого. З цієї причини час доставки несправних ТЕЗ у ремонтні підприємства, як складова середнього часу відновлення, має значний показник. В результаті таких нерациональних переміщень зменшується імовірність достатності укомплектованості ЗІП, збільшується вартість і середній час відновлення цифрових об'єктів РЕЗО.

Зростання середнього часу відновлення об'єкта РЕЗО призводить до зниження його коефіцієнта готовності [8,9] (K_r)

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_b},$$

де T_o – середній наробіток на відмову,

T_b – середній час відновлення.

В сучасних умовах швидкого розвитку елементної бази вимоги до основних показників надійності РЕТ (середній час відновлення і коефіцієнт готовності) становляться більш жорсткими [2, 5,6].

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

Сутність електромагнітного методу 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. Для цього антена, таких же розмірів і форми, як і ТЕЗ, накладається на її корпус. На входи ТЕЗ треба забезпечити подання перевірочних тестів. При спрацьовуванні будь-якого з логічних елементів інтегральних мікросхем (ІМС) у антені наводиться імпульсна електрорушійна сила, яка генерує імпульс певної амплітуди. Наявність імпульсів на виході антени служить інформацією про факт перемикавання логічних елементів ІМС, які входять до складу ТЕЗ. Діагностична інформація, яка отримана за допомогою антенного пристрою, являє собою послідовність відеоімпульсів, надходить до блоку її обробки. На основі порівняння параметрів імпульсів наведених в антені і еталонних приймається рішення про технічний стан даного цифрового ТЕЗ. Математичний опис процесу випромінювання цифровим ТЕЗ імпульсів і прийому їх за допомогою антенного пристрою наведений у роботах [10, 11].

Для підтвердження основних положень методу був проведений експеримент. Структурна схема випробувального стенду зображена на рис.1, а результати досліджень у вигляді осцилограми (фото) електромагнітного процесу у антенному пристрої на рис.2.

У ході експерименту й обробки статистичних даних був зроблений висновок, що між параметрами сигналів на виході цифрового ТЕЗ й у антенному пристрої існує сильний кореляційний зв'язок, коефіцієнт кореляції якого складає приблизно 0,95. Експериментальні дослідження електромагнітного процесу дозволили визначити параметри і форму імпульсів, які виникали у антенному пристрої під час спрацьовування логічних елементів ІМС. При цьому відношення рівнів сигнал-шум складало не менше 10, а в деяких випадках 15-20, що набагато більше загальноприйнятого 3.

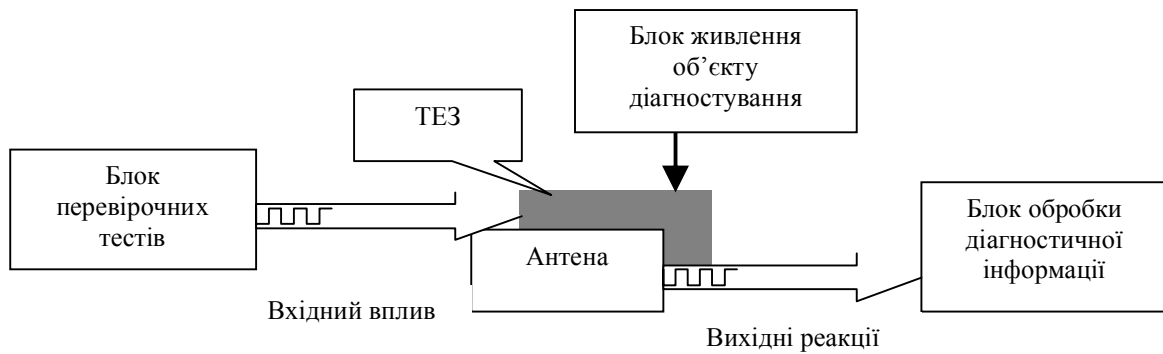


Рис. 1. Структурна схема випробувального стенду



Рис. 2. Осцилограма імпульсів, які випромінює цифровий ТЕЗ, знятих за допомогою антенного пристрою

Детальніше розглянемо блок обробки діагностичної інформації (ДІ) (який зображений на рисунку 3). Блок ДІ служить для виділення, перетворення і аналізу діагностичної інформації, а також для ухвалення рішення про технічний стан цифрових ТЕЗ і складається з наступних блоків і пристроїв:

- блок підсилювачів;
- блок виділення ДІ;
- аналого-цифровий перетворювач;
- блок формування сигнатури;
- блок ухвалення рішень;
- пристрій індикації.

Блок виділення імпульсів призначений для виділення ДІ.

Блок підсилювачів призначений для підсилення виділених імпульсів до необхідного рівня.

Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) призначений для перетворення виділених і підсилених сигналів в цифрову форму і перетворення паралельного коду в послідовний. Виходячи з аналізу параметрів імпульсів, швидкодія АЦП повинна відповідати, як мінімум, швидкодії існуючих ТЕЗ, а для перспективних зразків набагато вище.

Блок формування сигнатури призначений для стиску потоку діагностичних даних і являє собою сигнатурний аналізатор.

Блок ухвалення рішень є пристрій порівняння, який призначений для ухвалення рішення про технічний стан ТЕЗ.

Пристрій індикації відображає інформацію про технічний стан ТЕЗ.

Загальна шина (інтерфейс) призначена для підключення модуля формування тестової послідовності (ТП) до модуля обробки ДІ, а також для підключення універсального

ремонтного модулю (УРМ) до зовнішньої ЕОМ для централізованого запису інформації в базу паспортних даних. Найбільш широке застосування знайшли наступні способи підключення зовнішніх пристроїв до ЕОМ:

- 1) підключення до послідовної шини USB 1.1 або USB 2.0;
- 2) підключення до паралельного порту LPT;
- 3) підключення до системної шини за допомогою інтерфейсу IDE;
- 4) підключення до послідовної шини IEEE 1394 (Fire Wire, i/Link);
- 5) підключення до системної шини за допомогою інтерфейсу SCSI.

Високу швидкість передачі даних і зручність підключення забезпечує послідовна шина.

Крім того, перевагами її застосування є відсутність: жорстких вимог до довжини сполучного кабелю; змагання сигналів; необхідності використання додаткового адаптеру[12]. Робота УРМ. Процес діагностування починається з калібрування уніфікованого ремонтного модуля. Для цього команда про початок калібрування надходить у блок формування установчого коду. За даною командою блок формує сигнал еталонної напруги і передає його в модуль обробки ДІ на блок виділення імпульсів в прийомному пристрої. Далі сигнал посилюється, перетворюється в цифрову форму і поступає на пристрій індикації. У випадку відмінності значення сигналу від паспортної (зазначеного у формулярі на УРМ), оператор змінює коефіцієнт підсилення блоку підсилювачів і домагається заданого значення.

Далі в блок управління автоматичним режимом роботи (БУАРР) вводиться марка ТЕЗ. БУАРР аналізує присутність даних для діагностування ТЕЗ у базі даних. Якщо вихідні дані присутні, то БУАРР формує команди для керування процесом діагностування. Вихідні дані, які зберігаються в базі даних, надходять на відповідні блоки УРМ. Первинний установчий код надходить на блок формування установчого коду, сигнали від генератора детермінованої послідовності на блок формування ТП, необхідні напруги живлення на блок живлення, на пристрій розподілу надходять команди, по яких даний пристрій визначає на які входи ТЕЗ будуть подаватися тестові впливи й напруги живлення. Еталонна сигнатура надходить у блок прийняття рішень. Коли дані команди надійшли, БУАРР формує сигнал запуску, по якому на ТЕЗ починає подаватися перевірочний тест. На кожен елементарний тестовий вплив у антенному пристрої формується відгук. Даний відгук надходить на модуль обробки ДІ в блок виділення імпульсів. Обробка здійснюється в такому порядку. Сигнал, виділений у прийомному пристрої, підсилюється блоком підсилювачів і надходить у блок АЦП, де відбувається перетворення паралельного коду цифрового сигналу в послідовний. Блок формування сигнатури стискає потік ДІ в сигнатуру. Обробка ДІ завершується, коли на ТЕЗ надійшов останній елементарний тестовий вплив. Проаналізувавши останній відгук, блок формування сигнатури створює контрольну сигнатуру ТЕЗ на заданий тест, і передає її в блок прийняття рішень, де відбувається порівняння контрольної сигнатури з еталонною. Результат порівняння передається на пристрій індикації, що відображає інформацію про дефектний цифровий ТЕЗ. У випадку відсутності у базі даних інформації про ТЕЗ (для нових цифрових ТЕЗ), що перевіряється, її вводять уручну, а далі процедура діагностування відбувається аналогічно.

Нище приведено рисунок на якому зображена структурна схема універсального ремонтного модуля для локалізації дефектних цифрових типових елементів заміни.

Універсальний ремонтний модуль, який буде реалізовувати розроблену методику локалізації дефектних цифрових ТЕЗ, повинен відповідати наступним вимогам:

- діагностування цифрових ТЕЗ із заданою достовірністю;
- автоматизування процесу локалізації дефектних цифрових ТЕЗ;
- простота в експлуатації (можливість експлуатації УРМ персоналом невисокої кваліфікації);
- низька вартість УРМ;
- висока продуктивність.

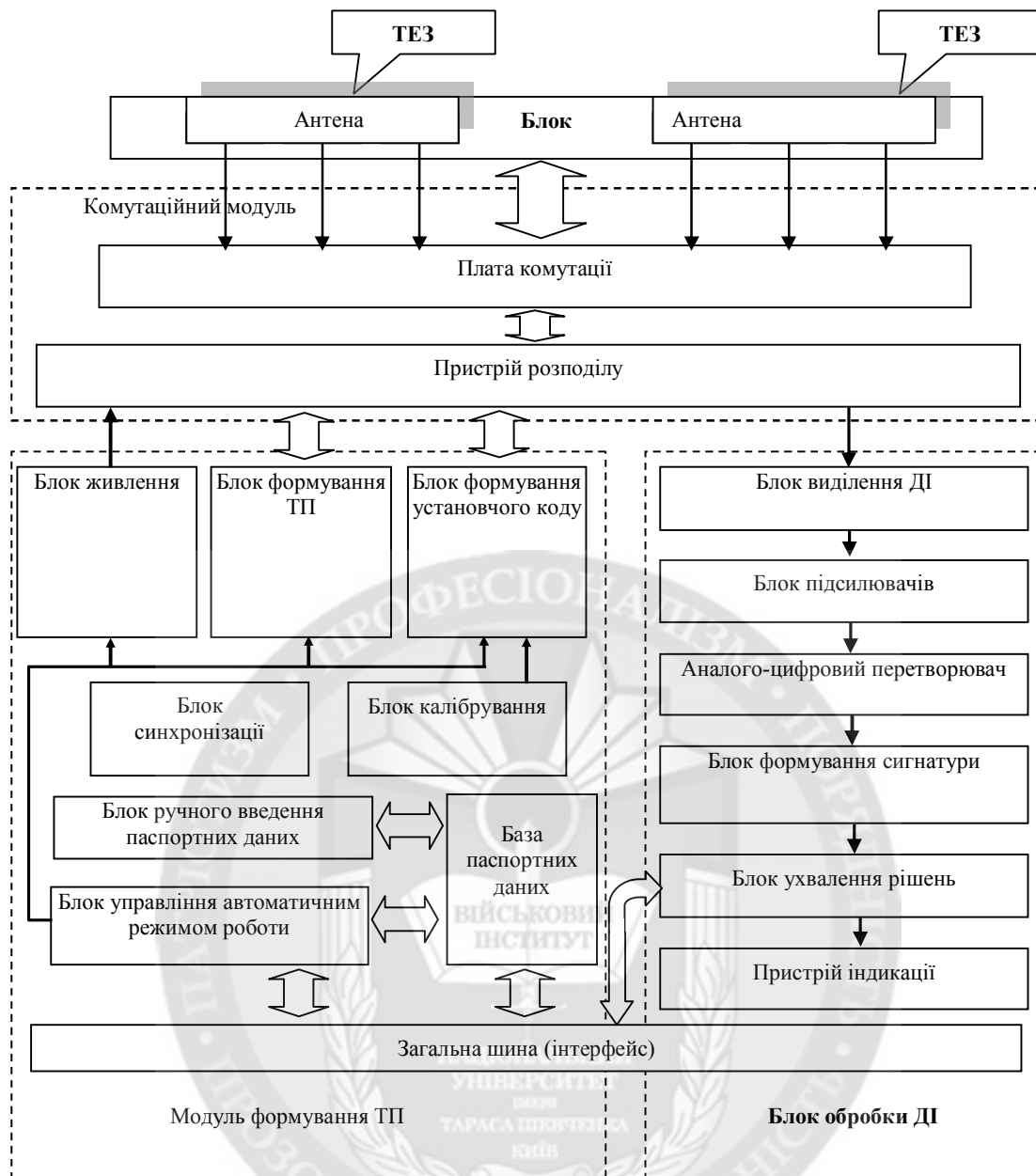


Рис. 3. Структурна схема уніфікованого ремонтного модуля

Висновки. Проведені розрахунки показали, що застосування запропонованого електромагнітного методу, а також використання УРМ дозволить здійснювати контроль технічного стану ТЕЗ з глибиною до окремого цифрового ТЕЗ, автоматизувати процес локалізації дефектних цифрових ТЕЗ в порівнянні з відомими методами дозволить скоротити середній час діагностування самих цифрових ТЕЗ в 2-3 рази за рахунок відсутності переміщення несправних ТЕЗ з другого на третій рівень СТОіР, що приведе до збільшення коефіцієнту готовності цифрового об'єкту РЕЗО на 8...10%, а також підвищити імовірність достатності укомплектованості ЗІП.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Стеценко О.О. Система воєнно-наукових досліджень: основні результати та перспективні напрями удосконалення // Наука і оборона. – 2002. – № 1. – С. 7–9.
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. Креденцер Б.П. Проблема обеспечения эксплуатационно-технических характеристик РЭС и пути ее решения // Методы оценки и обеспечения надежности РЭС – К.: КВИРТУ ПВО, 1982. – С.27–35.

4. 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.

5. ДСТУ В 3576–97. Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1998. – 60 с.

6. Справочник специалиста производственного подразделения предприятия по ремонту вооружения / Браев А.А., Киссин М.Е., Косоногов В.Ф./ Под. ред. Куцопало В. С.– М.: Воениздат, 1984. – 288 с.

7. Рыков В.Н. Организация капитального ремонта машин – М.: Машиностроение, 1988. – 110 с.

8. Буточнов А.Н. 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.

9. Давыдов П.С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем / П.С. Давыдов. – М.: Радио и связь, 1988. – 256 с.

10. Жердев М.К., Вишнівський В.В., Жиров Г.Б., Глухов С.І. Методика розрахунку електромагнітного поля вихідного ланцюга логічного елемента інтегральної схеми типових елементів заміни електромагнітним способом. – К.: Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка: Військ.-спец. науки. К.: ВПЦ «Київський ун-т», № 14-15, 2007. – с. 10-12.

11. Жердев М.К., Вишнівський В.В., Жиров Г.Б., Глухов С.І. Методика розрахунку електричного струму вихідного ланцюга логічного елемента інтегральної схеми при контролі технічного стану цифрових типових елементів заміни електромагнітним способом // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2006. – № 4. – С.42 – 47.

12. Клюев В.В. (2003) Машиностроение. Энциклопедия в 40 томах. Раздел 4. Расчет и конструирование машин. Том 4-3. Надежность машин

Рецензент: к.т.н., доц. Пампуха І.В., Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

к.т.н., с.н.с. Охрамович М.Н., к.психол.н. Сирый А.В.,
Березовская Ю.В., Шевченко В.В.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАМЕНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МЕТОДА В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

В статье предлагается решение научно-технической задачи диагностирования цифровых типовых элементов замены с использованием электромагнитного метода, основанного на бесконтактном съёме диагностической информации.

Ключевые слова: ремонтные органы, электромагнитный метод диагностирования, цифровые типовые элементы замены, радиоэлектронные компоненты.

**M. Ohramovich, A.Siry,
J.Berezovskaya, V.Shevchenko**

DIAGNOSIS MODEL DIGITAL ELEMENT REPLACEMENT USING ELECTROMAGNETIC METHOD IN COMPUTER SYSTEMS

The paper presents the solution of scientific and technical problem of diagnosing digital model elements replacement using electromagnetic method based on contactless zyomi diagnostic information.

Keywords: repair organs electromagnetic method of diagnosing digital elements typical replacement electronic components.