



ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Андрієнко В.О¹⁾, Антонюк В.С²⁾, д.т.н., професор

¹⁾ Черкаський державний технологічний університет

*²⁾ Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Сучасні машинобудівні технологічні комплекси є складними виробничими структурами з різною мірою автоматизації, до складу яких входить високотехнологічне устаткування та пристосування: верстати з ЧПУ, промислові роботи, системи автоматизованого транспортування і складування.

Створення таких виробництв, вимагає значних матеріальних витрат, а задачі, що ставляться перед ними містять вимоги високої точності, надійності та експлуатаційної придатності цих систем. При цьому збої в технологічному процесі, які, в основному, пов'язані з передчасним порушенням роботи та виходом із ладу окремих ланок системи керування призводить до порушення технологічного циклу, збільшення частини бракованих виробів, і, як результат, виходу з ладу усього комплексу. А це, в свою чергу, веде до значних економічних збитків.

Найбільш уразливою ланкою системи керування є блок оперативної пам'яті, що містить, як програму керування технологічним процесом, так і змінні величини, а також дані про режими та стан протікання процесу механічної обробки.

В зв'язку з цим виникла необхідність використання нових методів дослідження техніко-експлуатаційних характеристик елементів пам'яті на нанометричному рівні. Одним із відомих методів є використання ряду тестів, які перевіряють кожен комірку пам'яті, а при виявленні помилки перерозподіляють ресурси і створюють резервні копії. Такий метод має високу ефективність в ході експлуатації елементів пам'яті. Проте він не дозволяє прогнозувати термін надійної експлуатації цих елементів, що пов'язано з тим, що тести лише виявляють помилки, але не вказують на їх причину: дефекти пам'яті, низька якість з'єднань та роз'ємів, або випадкові помилки елемента.

Встановлено [1], що основним показником, який впливає на надійну експлуатацію елементів наноелектроніки є площа електродів, рельєф елементів, відсутність мікродефектів та залишкових напружень, своєчасне виявлення яких можливе із застосуванням сучасних аналітичних методів.

Тому одним з основних завдань при експлуатації автоматизованих технологічних комплексів механічної обробки є забезпечення високої надійності роботи систем їх керування шляхом використання діагностичних тестів.

Постановка та проведення експерименту. При тестуванні елементів пам'яті контролера SIMATIC S5 (Siemens) системи керування автоматизованого комплексу KUKA KR60 HA використовували, створений



авторами, тест в результаті роботи якого обробляли пакети даних довжиною 8 біт. Моделювання виконували за допомогою пакета Active-HDL версії 6.3. Як вхідні дані застосовували вміст 8 формівників Formers (J).T, а в якості еталонних даних – формівники Formers (J).S [2].

Операції зчитування доповнювали операціями порівняння зчитаних і еталонних даних для всіх слів даних пакетів. Якщо зчитані та еталонні дані співпадають, то прапорець помилки, встановлюється в одиничний стан.

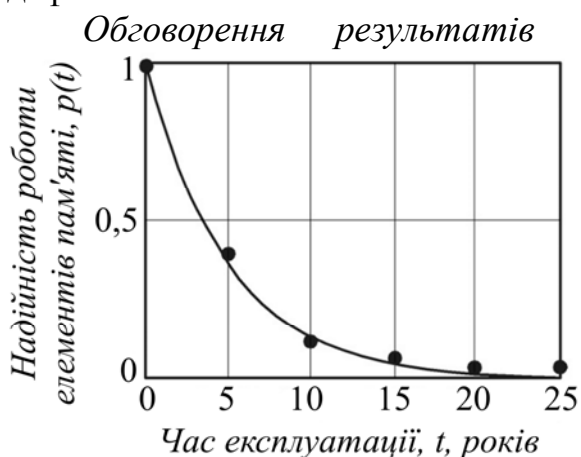
Підтвердження точності роботи розроблених верифікаційних тестів проводили шляхом дослідження мікрогеометрії поверхонь елементів пам'яті мікроконтролера на приладі ZEISS EVO 50 XVP ("Carl Zeiss", Німеччина, Центр колективного користування Інституту надтвердих матеріалів ім.В.М.Бакуля НАН України (м.Київ).

Так, після ультразвукової очистки об'єкта дослідження в етиловому спирті, його базували на предметному столику. Застосування довгофокусного мікроскопа та системи мікропозиціонування дозволяє з точністю до 2,5 мкм визначати ділянку елемента, поверхня якої досліджувалася. Для підвищення точності і відтворюваності результатів дослідження, вимірювання проводили на 5...6 зразках з кожної групи. Завершення процесу вимірювання супроводжується переїздом системи позиціонування на наступну ділянку. Результати вимірювань заносили в пам'ять персонального комп'ютера, який входить до складу діагностичного комплексу для подальшої візуалізації, дослідження та аналізу.

Подальший аналіз отриманих даних проводили методом планування двофакторного експерименту [3], де вхідними змінними обирали приріст значень залишкових мікронерівностей (X_1 , %) і кількість мікрodefektів на поверхні об'єкту (X_2). В результаті проведених експериментів отримали час безвідмовної експлуатації елемента пам'яті (Y , років), який представлений у вигляді математичної моделі:

$$Y = 3,05 - 0,05X_1 - 0,751X_2,$$

де X_1 , – приріст значень залишкових мікро нерівностей; X_2 – кількість мікро дефектів.



Порівняння результатів розрахунків з експериментальними даними показало (Рис. 1), що відносна похибка визначення часу безвідмовної експлуатації елементів пам'яті не перевищує 3...5%. Провівши математичну обробку результатів експерименту і підставивши в рівняння регресії максимальний приріст значень залишкових мікронерівностей (180%) за умови відсутності мікрodefektів поверхні, отримали прогнозований термін

Рис. 1 – Залежність терміну служби пристрою пам'яті від часу експлуатації:

● – експериментальні дані.



надійної експлуатації елементів пам'яті, який становить приблизно 3 роки.

Аналіз результатів аналітичного дослідження поверхонь елементів пам'яті на різних етапах їх експлуатації дозволив встановити, що в процесі тривалої експлуатації відбувається руйнування їх поверхонь (рис. 2) (збільшуються мікронерівності, pojawiaються мікротріщини, сколи та інші мікродефекти), що призводить до різкого зниження техніко-експлуатаційних характеристик та функціональних можливостей елементів пам'яті.

В результаті експериментів визначена залежність часу надійної експлуатації елементів пам'яті контролера SIMATIC S5 (Siemens) системи керування автоматизованого комплексу KUKA KR60 HA від умов їх експлуатації, стану поверхні кремнієвого чипу та впливів зовнішнього середовища.

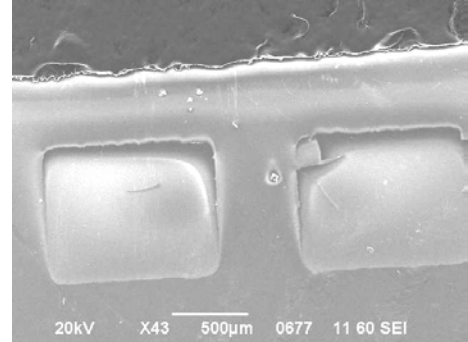


Рис. 2. Зовнішній вигляд ділянки поверхні елемента пам'яті після експлуатації протягом трьох років

Досліджено час надійної експлуатації елементів пам'яті (що складає 3 роки), а результати, отримані при роботі розробленого комплексу верифікаційних тестів становлять допустимую похибку в порівнянні з математичною моделлю.

В роботі показано, що використання діагностичних тестів забезпечить високу надійності роботи систем керування автоматизованих технологічних комплексів механічної обробки.

Література:

- 1. Мікроскопія в нанотехнологіях [Текст]: моногр. / Антонюк В.С., Тимчик Г.С., Верцанова О.В. [та інші]. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 260 с.*
- 2. Андриенко В.А. Метод и средства повышения надежности запоминающих устройств путем замещения модулей памяти / В.А. Андриенко, В.Г. Рябцев, Т.Ю. Уткина // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи, №6 (25). – 2007. – С. 192-195.*
- 3. Фролов В.А. Анализ и оптимизация в прикладных задачах конструирования РЭС. – К.: Вища школа, 1991. – 310 с.*