

УДК 620.162.658.562

А.С. ЗЕНКІН, І.Ю. КУЛЬБАЧЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА УНІФІКОВАНИХ СИСТЕМ ЗБИРАННЯ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ПРИСКОРЕНИХ ВИПРОБУВАНЬ СКЛАДНИХ ВИРОБІВ

Робота присвячується розробці уніфікованих систем збирання та обробки даних прискорених випробувань складних виробів. На основі комплексних експериментальних досліджень доведено, що використання безпосереднього виміру потенціалу зовнішньої енергії при іонізації зони контролю поверхні деталей забезпечує одночасне, із високою точністю і достовірністю одержання, аналіз і обробку даних прискорених випробувань складних виробів. Показано, що інформацію про структурно-фазові неоднорідності для функціонування комплексу діагностичної апаратури можна одержати в результаті дослідження розподілу потенціалу зовнішньої енергії над місцями локалізації неоднорідностей за допомогою дискримінуючих вимірювачів, що покладено в основу розробку нормативно-технічної документації для проведення прискорених випробувань.

Ключові слова: уніфіковані системи, прискорені випробування, структурно-фазові неоднорідності, комплекс діагностичної апаратури.

Оцінка і забезпечення надійності при проектуванні, експлуатації та ремонті складних виробів і систем, до яких відносяться вироби космічної, авіаційної, автомобільної, суднобудівної галузей промисловості, радіолокаційні та навігаційні станції, гнучкі автоматизовані виробництва і т. п., є однією з актуальних проблем сучасного машинобудування і приладобудування. Від успішного вирішення цієї проблеми у значній мірі залежать добробут, безпека, реальна незалежність та авторитет України.

Об'єкти та методи дослідження

Авторами проведено аналіз і дана критична оцінка сучасної технічної літератури, у якій розглядаються питання, пов'язані з розробкою уніфікованих систем збирання та обробки даних прискорених випробувань складних виробів. Показано, що, відповідно до міжнародних стандартів ISO серії 9000:2000, випробування виробів, у тому числі, прискорені випробування, є інструментом керування якістю продукції і присутні на всіх етапах її життєвого циклу.

Однією з відповідальних характеристик деталей є якість їхнього поверхневого прошарку, яка визначає у ряді випадків працездатність виробу в цілому. Тому наявність достовірної інформації про процеси, що відбуваються на поверхні деталей, є передумова забезпечення якісної експлуатації і ремонту сучасної складної техніки й устаткування.

Аналіз методів контролю для визначення стану поверхневих прошарків деталей дозволив встановити, що серед різноманіття сучасних методів неруйнівного контролю найбільш перспективним для досягнення поставлених задач є енергетичний метод контролю. Проте, широке використання цього методу в промисловості потребує вирішення комплексу задач, пов'язаних, насамперед з одержанням залежностей, які дозволяють зв'язати інформативні технологічні параметри з оцінкою якості напружено - деформованого стану поверхні деталей, що, в свою чергу, дозволяє приймати рішення про подальшу експлуатацію цих складних виробів по їхньому технічному стану. Встановлено, що ефективність використання енергетичного методу в значній мірі залежить від вирішення питань розробки нормативно-технічної документації, що забезпечує планування, вибір умов і режими випробувань, а також від створення системи, що дозволяє оперативно одержувати, аналізувати, обробляти і використовувати результати прискорених випробувань для оцінки достовірної надійності деталей складних виробів.

Постановка завдання

Розробити уніфіковану систему збирання та обробки даних прискорених випробувань для оцінки стадії перед руйнування поверхневого прошарку деталей складних виробів на всіх етапах їхнього життєвого циклу із використанням енергетичного методу контролю.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішити такі завдання:

- обґрунтувати можливість здійснення збору й оцінки даних про стадію перед руйнування деталей складних виробів із застосуванням енергетичного методу контролю за інформативними параметрами структурно-фазової неоднорідності контрольованої поверхні;
- розробити методику прискорених випробувань складних виробів, використовуючи прямий вимір потенціалу зовнішньої енергії при іонізації зони контролю поверхонь деталей, що забезпечує одночасне одержання, аналіз та обробку даних результатів випробувань;
- одержати експериментальні залежності, які дозволяють оцінити стадію передруйнування поверхні складних виробів і на їхній основі розробити уніфіковану систему збирання та обробки даних з енергетичної оцінки структурно-фазових неоднорідностей металевих поверхонь;
- розробити методологію використання стандартизованих методів контролю для оцінки показників надійності уніфікованих систем за результатами скорочених випробувань складних виробів;
- розробити схеми типового технологічного процесу з виявлення структурно-фазової неоднорідності і виміру градієнту мікрореформації кристалічних ґраток поверхневого прошарку деталей складних виробів;
- розробити нормативно-технічну базу функціонування системи енергетичного контролю та окремих засобів виміру для локальної оцінки структурно-фазової неоднорідності металевих поверхонь при температурних впливах на деталі складних виробів.

Результати та їх обговорення

Розглянемо принципи використання стандартних та уніфікованих методів і систем для оцінки показників надійності складних виробів за результатами скорочених випробувань.

Для скорочення тривалості випробувань складних виробів за значеннями вихідних (енергетичних) параметрів поверхневого прошарку деталей запропоновано використовувати параметричну модель в якій застосувати статистичну класифікацію, яка базується на теорії розпізнавання.

Визначено принципи побудови системи контролю локальної оцінки аномалій розподілу значень зміни потенціалу зовнішньої енергії ($\Delta_{ПЗЕ}$). Обґрунтовано вибір загальних моделей об'єкту контролю і каналу спостереження. Визначено принципи побудови системи енергетичного контролю локальної с.-ф. неоднорідності металевих поверхонь та алгоритм обробки багато параметричної інформації, що дає можливість значно скоротити час випробувань із забезпеченням заданої достовірності випробувань.

Узагальнена схема системи контролю локального оцінювання аномалій розподілу значень $\Delta_{ПЗЕ}$ наведена на рис.1. Для виявлення локальної неоднорідності, збільшення кількості виявлених неоднорідностей та підвищення точності вимірювань значень параметрів виявлених неоднорідностей при побудові системи контролю пропонується виконувати: розщеплення зони іонізації не менш, ніж на чотири компоненти; зондування зони іонізації кожного компонента ізольованим електродом; підсумовування першого та другого, третього та четвертого, першого і третього, другого та четвертого компонентів та порівняння

між собою різниці потенціалів парціальних зон іонізації; встановлення порогу різниці потенціалів, за якою приймається рішення про наявність неоднорідності при перевищенні порогів; генерація значень параметрів неоднорідностей, значень різниці потенціалів, що очікуються, і через функціональний перетворювач встановлення зв'язку між ними; порівняння їх з отриманими неузгодженостями різниці потенціалів парціальних зон іонізації, фільтрація результату, підсилення його пропорційно швидкості зміни параметра неоднорідності, впливу через функціональний перетворювач і управляючий елемент на генератор; по закінченню впливу зчитування з виходу генератора значення виміряного параметру неоднорідностей.

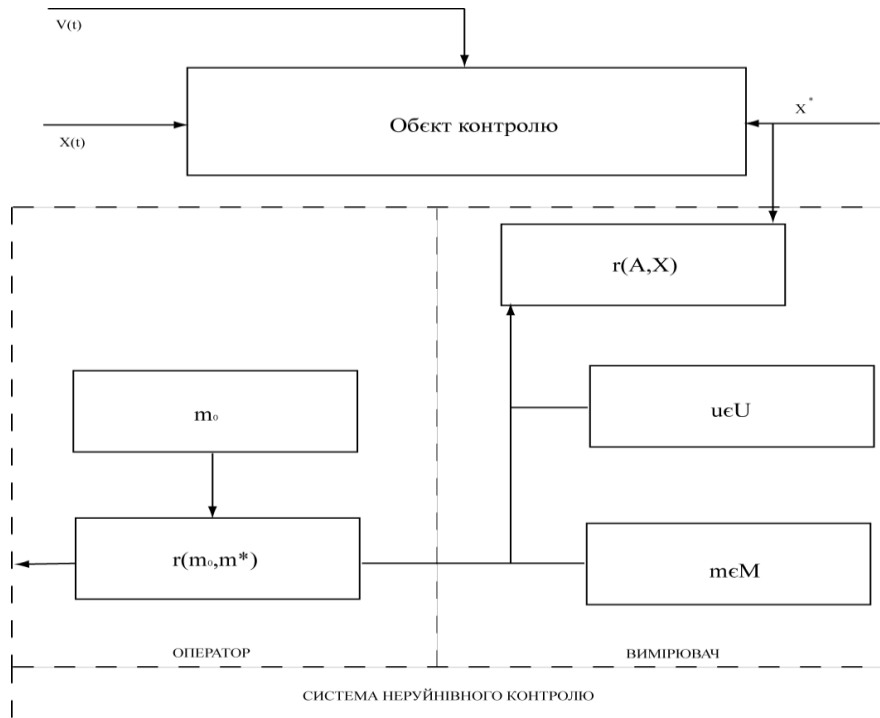


Рис. 1. Загальна схема системи неруйнівного контролю складних виробів.

X^* – кінцеве значення параметра; $r(A, X)$ – правило порівняння; $r(m_0, m^*)$ – правило порівняння для оператора; $u \in U$ – керуючі дії; $m \in M$ – множина моделей руху ОК у просторі станів;
 m – вимір значення ОК

У цілому процес вимірювання параметрів неоднорідностей запропоновано виконувати в послідовності, що подана на (рис.2.)

Запропоновано аналітичні залежності, які дозволяють визначити точність і достовірність випробувань, та можуть бути рекомендовані для оцінки якості різних складних виробів у процесі їхньої експлуатації з використанням параметрів оцінки стадії попереднього руйнування,

Розроблено алгоритм прискорених програмних випробувань виробів з урахуванням властивостей, параметрів і характеристик цих складних виробів, вибору засобів випробувань (рис. 3).

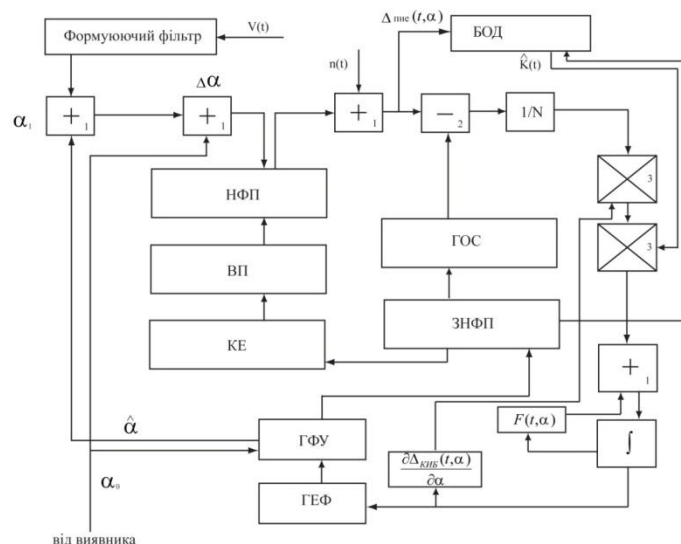


Рис. 2. Оптимальна схема вимірювача значень параметрів неоднорідності
деталей складних виробів:

1 – суматор; 2 – від’ємник; 3 – помножувач; 4 – швидкість зміни різниці потенціалів поміж ВЕ і ВР, що характеризується зміною компоненту; α_0 – початкове значення; $\hat{\alpha}$ – оцінка значення параметра неоднорідності; $\alpha(t)$ – поточне значення параметра неоднорідності

Вимоги до забезпечення точності та достовірності випробувань мають наступний вигляд:

$$d_{випр_\phi} \leq d_{випр_\phi}, P_\phi(d_{випр_\phi}) \geq P_3(d_{випр_\phi}) \quad (1)$$

де $d_{випр_\phi}, d_{випр_\phi}$ – відповідно фактичне і припустиме значення граничних похибок результатів випробувань (характеристики точності випробувань);

$P_\phi, d_{випр_\phi}, P_3, d_{випр_\phi}$ – відповідно фактичне та задане значення ймовірностей настання $d_{випр_\phi}$ і $d_{випр_\phi}$ (характеристики достовірності випробувань).

Умови оптимізації по забезпеченню точності та достовірності випробувань мають вигляд:

$$d_{випр_\phi} \rightarrow d_{випр_\phi}, P_\phi(d_{випр_\phi}) \rightarrow P_3(d_{випр_\phi}) \quad (2)$$

Похибка випробування $d_{випр_\phi}$ в узагальненому вигляді подана формулою:

$$d_{випр_\phi} = d_{вим_1} + d_1 \times F_{1N}(\xi_1) + d_2 \times F_{2N}(\xi_2) + \dots + d_m \times F_{mN}(\xi_m) \quad (3)$$

де $d_{вим_1}$ – похибка виміру i -го параметра, що визначається при випробуванні;

d_j – похибка відтворення або виміру j -го параметра, умови або режиму випробування для всіх $j = 1, \dots, m$; $F_{jN} \xi_j$ – похідна функції залежності параметра, що визначається при випробуванні від параметра ξ_j в точці $\xi_j = \xi_{jN}$; ξ_{jN} – номінальне значення параметра ξ_j ; m – кількість врахованих умов та режимів випробувань.

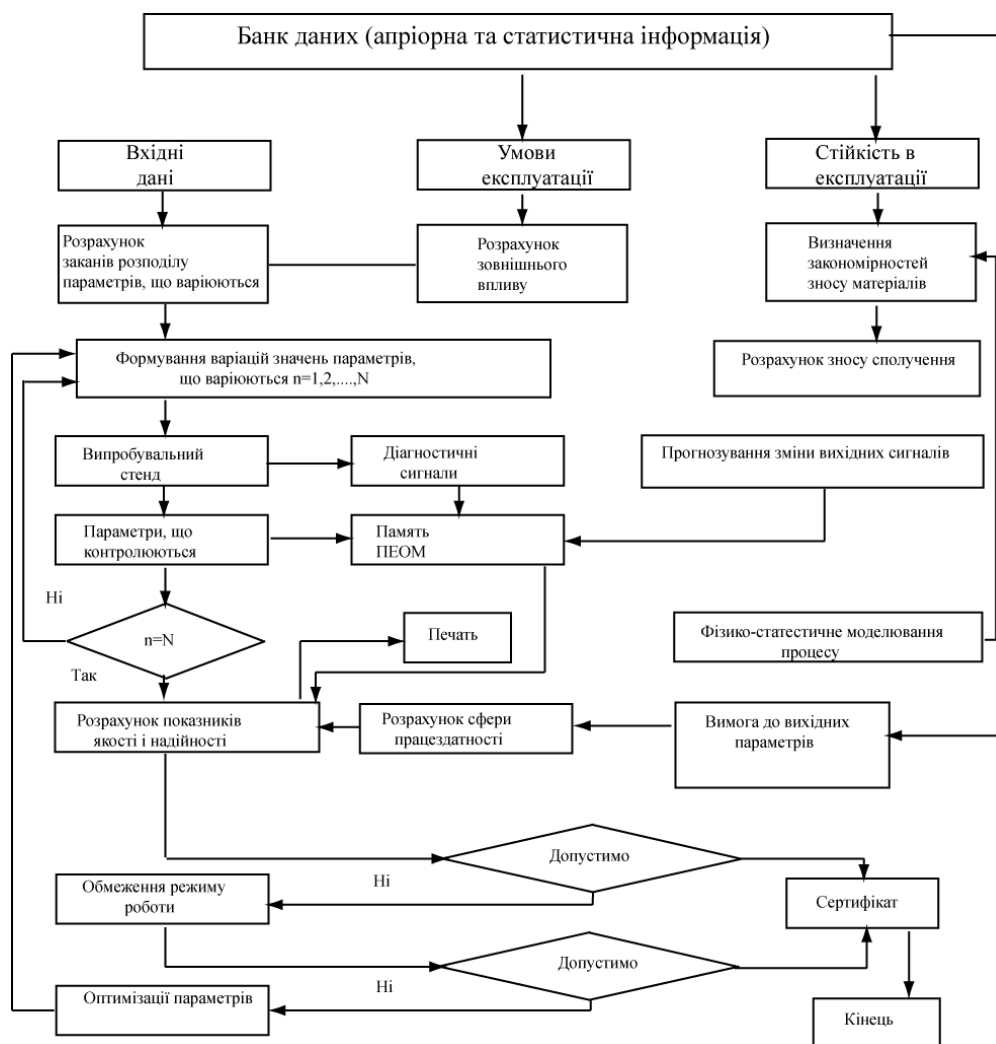


Рис.3. Алгоритм прискореного програмного випробування складних виробів

Виходячи з теоретичної моделі розрахунки похибки випробувань (3), для інженерних цілей граничну похибку результатів випробувань за i -м параметром продукції знаходять за формулою:

$$d_{\text{випрФ1}} = d_{p_i} + \sum_{j=1}^m d_{p_j} \frac{d_i}{d\xi_j} \Big|_{\xi_j=\xi_{jN}}, \quad (4)$$

де d_{p_i} – граничне значення похибки вимірів i -го параметра продукції; d_{p_j} – граничне значення похибки відтворення j -ої умови або режиму випробувань продукції; $\frac{d_i}{d\xi_j} \Big|_{\xi_j=\xi_{jN}}$ – лінійна апроксимація функції $F_{jN}(\xi_j)$ впливу умов випробувань на i -й, що визначається в точках номінальних значень умов випробувань; m – число врахованих умов і режимів ξ_j , що одночасно впливають на вибір при його використанні за призначенням; $d\xi_j$ – мале відхилення j -ої умови або ξ_j випробувань від номінального значення ξ_{jN} ; d_i – мала змінна i -го параметра виробу, що викликана відхиленням $d\xi_j$, і яка визначається при випробуванні.

Обґрунтоване значення $d_{випрД}$ знаходиться з методики випробувань конкретного складного виробу. При відсутності обґрунтувань оптимальна значення $d_{випрД}$ може бути визначене по мінімуму цільової функції втрат $F_{ЦВ} d_{випрД}$:

$$F_{ЦВ} d_{випрД} = F_{ПК} d_{випрД} + F_3 d_{випрД} \rightarrow \min , \quad (5)$$

де $F_{ЦВ} d_{випрД}$ – функція від $d_{випрД}$ втрата якості випробувань виробу; $F_3 d_{випрД}$ – функція від $d_{випрД}$ втрат на випробування. Оптимальне значення $d_{випрД}$ визначається з умов:

$$\frac{\partial F_{ЦВ}(d_{випрД})}{\partial d_{випрД}} = 0 ; \quad \frac{\partial^2 F_{ЦВ}(d_{випрД})}{\partial d_{випрД}^2} > 0 \quad (6)$$

$d_{випрФ}$ – розраховується за формулою (4); $P_3(d_{випрД})$ в залежності від важливості продукції вибирається із ряду : 0,90; 0,95; 0,99; $P_{Ф}(d_{випрФ})$ визначається в залежності від достовірності розрахунку $d_{випрФ}$ за формулою (4), яка залежить від достовірності (ймовірності) визначення d_{P_i} і d_{P_j} . Добуток достовірностей дасть $P_{Ф} d_{випрФ} d_{P_i}$ і d_{P_j} (дивись 4) розраховується за формулою підсумовування складових похибок.

Розроблений у роботі комплекс заходів для підвищення надійності складних виробів, як бачимо з алгоритму (рис. 4), включає порівняння проектних та фактичних показників випробувань.

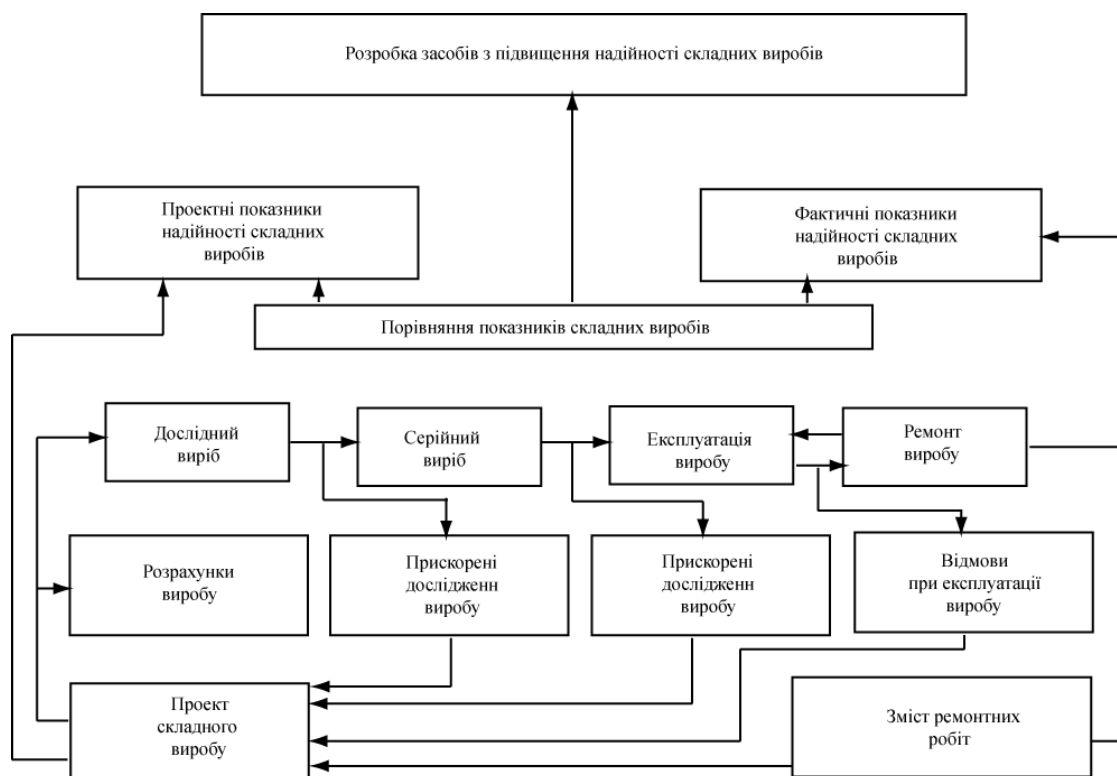


Рис.4. Алгоритм отримання інформації про надійність складних виробів

Основною вимогою до цих випробувань – бути прискореними, щоб за їхніми результатами оперативно вносити зміни у проект серійного виробу. Все вище зазначене відноситься до випробувань серійного зразка складного виробу під час його запуску у виробництво. В статті розроблено методику прискорених випробувань складних виробів із використанням прямого виміру потенціалу зовнішньої

енергії при іонізації зони контролю, яка забезпечує одночасне одержання, аналіз і обробку даних результатів випробувань. В основу цієї методики покладено принципи оптимального синтезу дискримінуючих вимірювачів параметрів об'єктів енергетичного контролю. Об'єктом контролю є параметр мікрдеформації кристалічної ґратки $\Delta\alpha/\alpha$, виникнення мікрдеформації $\Delta\alpha/\alpha$ кристалічної ґратки, що належить до одного із трьох відомих типів, а саме: гранецентрована кубічна, об'ємноцентрована кубічна, гексагональна щільно упакована, характеризується зміщенням її вузла з рівноважного стану. Запропоновано математичні залежності, що дозволяють обґрунтувати принципи функціонування таких блоків як: об'єкт контролю; канал спостереження; канал виявлення мікрдеформацій параметра кристалічної ґратки на металевій поверхні; канал дискримінування, керування, виміру, розрахунку вагових коефіцієнтів виміру. Задача збирання та обробки даних комплексом діагностичної апаратури, що вимірює деформації поверхні деталей складних виробів, здійснюється поетапно за таким алгоритмом: створюється база даних; провадиться виявлення деформацій і відображення інформації на екрані дисплея ПЕОМ; провадиться вимір вектора деформацій, його проєкцій та напрямків з наступним відображенням цих параметрів на екрані дисплея ПЕОМ (або запис у файл за бажанням оператора); провадиться обробка отриманої інформації

Висновки

Таким чином, дослідження що були проведені дозволили виявити інструмент забезпечення якості та конкурентоздатності складних виробів, який включає розроблену структурну схему взаємозв'язку відділів і служб контролінгу підрозділів підприємства та блок-схему системи керування якістю за допомогою уніфікованих систем прискорених випробувань.

Список використаної літератури

1. Зенкін А.С., Бичкова К.М., Ахмед Махмуд Ахмед Гаванмех. Роль і місце метрологічного забезпечення експлуатації складних виробів і систем // Вісник Державної академії легкої промисловості України. – К.: ДАЛПУ. – 2000. № 2. – С. 98–102.
2. Зенкін М.А., Бичкова К.М., Шипукова Н.Г., Ахмед М.А. Гаванмех. Рівень якості продукції та методи його визначення // Стандартизація, сертифікація, якість. – 1999. - № 3. – С. 56–58.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. Совет: К. В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Надежность машин. Т. IV – 3/ В. В. Клюе, В. В. Болотин, Ф. Р. Соснин и др.; Под общ. ред. В. В. Клюева. 1998. – 592 с.
4. Васильев А.С., Кондаков А.И., Клименко С.А., Хейреу М.Л., Гайко В.А. Технологическое управление наследованием эксплуатационных показателей качества упрочняющих поверхностей // Упрочняющие технологии и покрытия, 2011. – № 1. – С.32–38.
5. Свойства, получение и применение тугоплавких соединений. Справочное издание. М.: Металлургия, 1986. – 486 с.
6. Радченко М.В. Защитные и упрочняющие покрытия.–Барнаул, изд-во Алт ГТУ,2010.– 113 с.
7. Рыжов Э. В., Клименко С. А., Гуцаленко О. Г. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями. К.: «Наукова думка», 1994. – 176 с.
8. Кузнецов Н. Д., Цейтлин В. И., Волков В. И. Технологические методы повышения надежности деталей машин. Справочник. М.: Машиностроение, 1993. – 304 с.
9. Батищев А.Н. Методические основы обоснования рационального способа восстановления деталей // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1992. – № 9. – С.30–31.

Стаття надійшла до редакції 20.09.2012

Разработка унифицированных систем сбора и обработки данных ускоренных испытаний сложных изделий

Зенкин А.С., Кульбаченко И.Ю.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Работа посвящается разработке унифицированных систем сбора и обработки данных ускоренных испытаний сложных изделий. На основе комплексных экспериментальных исследований доказано, что использование непосредственного измерения потенциала внешней энергии при ионизации зоны контроля поверхности деталей обеспечивает одновременное, с высокой точностью и достоверностью получения, анализ и обработку данных ускоренных испытаний сложных изделий. Показано, что информацию о структурно-фазовые неоднородности для функционирования комплекса диагностической аппаратуры можно получить в результате исследования распределения потенциала внешней энергии над местами локализации неоднородностей с помощью дискриминирующ метров, что положено в основу разработку нормативно-технической документов для проведения ускоренных испытаний.

Ключевые слова: унифицированные системы, ускоренные испытания, структурно-фазовые неоднородности, комплекс диагностической аппаратуры.

The development of standardized systems for collecting and processing data for accelerated tests of complex products

Zenkin A., Kulbachenko I.

Kiev National University of Technologies & Design

The work is dedicated to the development of standardized data collection and data processing accelerated testing of complex products. On the basis of comprehensive experimental studies demonstrated that the use of direct measurement of the capacity of the external energy in the ionization zone surface control parts ensures simultaneous, high accuracy and reliability of the analysis and processing of accelerated testing of complex products. It is shown that the information about the structural and phase inhomogeneities for the functioning of a complex diagnostic equipment can be obtained from a study of the potential distribution of the external energy of the place of localization of irregularities by discriminating meters, which underlies the development of normative and technical documents for the accelerated tests.

Keywords: unified system, accelerated testing, structural phase inhomogeneities, complex diagnostic equipment.