

## «Розробка методів та методик статистичної діагностики виробів»

### *Основні наукові результати*

Вперше запропоновані і розроблені математичні моделі інформаційних сигналів діагностики у вигляді лінійних випадкових процесів і запропоновані способи їх дослідження.

Встановлені нові діагностичні ознаки оцінки дефектності виробів із композиційних матеріалів з урахуванням їх статистичної відмінності, породженої наявністю дефектів.

Запропоновано новий спосіб підвищення вірогідності контролю композиційних матеріалів, який полягає в рандомізації стимулюючої дії на об'єкт контролю та використання в якості діагностичних ознак статистичних характеристик параметрів інформаційних сигналів.

Вперше визначені та обґрунтовані статистичні методи виділення діагностичних ознак, їх аналізу та обробки, що дозволило підвищити їх діагностичну цінність та вірогідність діагностики в цілому.

Запропоновані та досліджені нові методики відбору та оцінювання діагностичних ознак, які дозволяють зменшити розмірність діагностичного простору та підвищити вірогідність діагностики.

Розроблені та експериментально досліджені методи прийняття діагностичних рішень для вирішення задачі знаходження та ідентифікації дефектів структури композиційних матеріалів.

Розроблено метод ультразвукової товщинометрії, який ґрунтується на визначенні та аналізі фазових характеристик інформативних сигналів і виявленні стрибків фазової характеристики в моменти суміщення в часі відбитих сигналів, що дає можливість визначати товщину шарів контрольованих виробів.

### *Практична цінність*

Створена методика розробки комплексних методів діагностики композиційних матеріалів. Розроблено методики відбору та оцінювання діагностичних ознак на основі дискримінантного та дисперсійного аналізу. Створена та методологія розробки методик статистичної діагностики виробів авіаційного призначення. Створена методика ультразвукового контролю кришки лабіринту турбіни авіаційного двигуна.

Використання отриманих у ході виконання роботи науково-технічних результатів надає можливість:

1. Покращувати показники якості існуючих методик, та розробити нові конкурентноспроможні методики діагностики і неруйнівного контролю різних матеріалів і виробів.
2. Розробляти методики відбору найбільш інформативних діагностичних ознак та розробки вирішальних правил, які забезпечують підвищення вірогідності контролю різноманітних виробів через урахування статистичних характеристик інформаційних сигналів.
3. Підвищувати розрізнявальну здатність ультразвукових товщиномірів та дефектоскопів при визначенні товщини шарів багатошарових композиційних матеріалів.
4. Створювати нові методики та рекомендації по оцінці та прогнозуванню залишкового ресурсу авіаційної техніки з метою підвищення надійності прийняття рішень.

За результатами роботи отримано **три патенти України**:

1. Пат. 87864 України, МПК G01N 29/00 G01N 29/04. Спосіб неруйнівного контролю матеріалів і виробів і пристрій для його здійснення / Куц Ю.В., Мокійчук В.М., Суслов Є.Ф.; заявник и патентовласник Національний авіаційний університет. – № а 2007 02489; заяв. 06.03.2007№; опубл.25.08.09, Бюл. № 16.

2. Пат.18441 Україна, МПК G01B17/00 Спосіб ультразвукового вимірювання товщини багатошарових матеріалів та виробів / Єременко В.С., Куц Ю.В., Монченко О.В.; заявник та патентовласник Нац. авіац. ун-т . –u200604354; заявл.18.04.2006; опубл.15.11.2006, Бюл. № 11. – 3 с.: ілюстр.

3. Пат. України на корисну модель № 35057. Спосіб ультразвукового вимірювання товщини виробів / Ю.В. Куц, В.С. Єременко, О.В. Монченко, І.М. Лапіга. – Опубл. 26.08.2008, Бюл. №16, 2008.

Авторські права на розроблене у ході виконання роботи програмне забезпечення «Сис-

тема статистичної обробки даних вимірювального експерименту» закріплені Свідоцтвом про реєстрацію авторського права № 30103 від 02.09.2009.

Отримані результати науково-дослідної роботи використані при підготовці двох кандидатських дисертацій, двох кваліфікаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук НАУ, написанні одного навчального посібника і монографії.

Результати роботи можуть використовуватися при розробці та удосконаленні конкурентноспроможних комплексних методів та методик статистичної діагностики виробів авіаційного призначення з композиційних матеріалів. Розроблені методи діагностування мають бути також застосовані при проведенні робіт з оцінки залишкового ресурсу авіаційної техніки.

Отримані науково-технічні результати можуть бути реалізовані на підприємствах машинобудівної, хімічної, авіаційної та космічної промисловості та на транспорті.

Результати досліджень за проектом також можуть використовуватися при підготовці спеціалістів, які вивчають методи і системи діагностики та розробляють сучасні засоби неруйнівного контролю; у навчальному процесі Національного авіаційного університету та подібних навчальних закладах при виконанні дипломних, магістерських та курсових проектів та робіт.

Розроблена методика контролю кришки лабіринту авіаційного двигуна впроваджена на ДП МО «Луцький ремонтний завод «Мотор».

Окремі результати роботи у вигляді методик, рекомендацій, лабораторних робіт впроваджені у навчальний процес на кафедрі інформаційно-вимірювальних систем НАУ та на кафедрі приладів і систем неруйнівного контролю НТУУ «КПІ».

#### **Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах Підручники, монографії**

1. Куц Ю.В. Вимірювання параметрів електричних сигналів: навчальний посібник для студентів спеціальності «Інформаційно-вимірювальні системи» у 2-х томах / [Ю.В. Куц, В.І. Губар, Л.М. Віткін, В.У. Ігнатків та ін.]. – Дніпродзержинськ: Дніпродзержинський державний техн. ун-т, 2008. – 364 с.

2. Куц Ю.В. Статистична фазометрія: наукова монографія / Ю.В. Куц, Л.М. Щербак. – Тернопіль: Вид-во Тернопільського державного університету ім. І. Пулюя, 2009. – 383 с.

#### **Статті**

1. Еременко В.С. Обнаружение ударных повреждений сотовых панелей методом низкоскоростного удара / В.С. Еременко, А.М. Овсянкин, В.М. Мокийчук // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2007. – №1. – С. 24-27.

2. Еременко В.С. Методика определения информативных признаков при многопараметровом неразрушающем контроле / В.С. Еременко, Ю.В. Витрук, А.М. Овсянкин // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2007. – №2. – с. 21 – 26.

3. Еременко В.С. Использование преобразования Гильберта для анализа сигналов импульсных импедансных дефектоскопов / В.С. Еременко, Е.Ф. Суслов, А.М. Овсянкин // Фізичні методи та засоби контролю середовища, матеріалів та виробів. – Львів: ФМІ ім. Г.В.Карпенка НАНУ, 2007. – Вип. 12. Серія: електромагнітний, ультразвуковий та оптичний неруйнівний контроль. – С. 286 – 289.

4. Еременко В.С. Система діагностики виробів із композиційних матеріалів / В.С. Еременко, В.М. Мокийчук // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 150-153.

5. Самойличенко О.В. Исследование мощности критерия Кохрена при ограниченном числе наблюдений / О.В. Самойличенко, В.С. Еременко, В.М. Мокийчук // Системи обробки інформації. – 2007. – №6 (64) – С.35-39.

6. Еременко В.С. Формирование пространства диагностических признаков при многопараметровом контроле / Еременко В.С., Мокийчук В.М. Суслов Е.Ф. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №2. – С.48-50

7. Еременко В.С. Современные информационные технологии в системах неразрушающего контроля / Еременко В.С., Мокийчук В.М., Монченко Е.В. // Вісник інженерної академії наук. – 2007. – №3-4. – С.113-116.

8. Єременко В.С. Формирование пространства диагностических признаков при многопараметровом контроле / В.С. Єременко, В.М. Мокийчук, Е.Ф. Суслов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №2. – С. 48 – 50.
9. Вітрук Ю.В. Застосування кореляційного аналізу для обробки сигналів власних коливань композиційних матеріалів / Ю.В. Вітрук, В.С. Єременко, Л.О. Борковська // Вісник інженерної академії наук України. – 2008. – №1. – С.65 – 69.
10. Самойличенко О.В. Определение статистических оценок мощности критериев однородности на выборках малого объема / О.В. Самойличенко, В.С. Єременко, В.М. Мокийчук // Системи обробки інформації. – 2008. – Вип. 4(71). – С. 30 – 34.
11. Куц Ю.В. Ультразвуковое измерение толщины многослойных материалов и изделий / Ю.В. Куц, О.В. Монченко // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2008. – №1. – С. 35-38.
12. Вітрук Ю.В. Моделювання інформаційних сигналів акустичних спектральних дефектоскопів / Ю.В. Вітрук, В.С. Єременко // Восточноевропейский журнал передовых технологий. – 2008. – №4 (34). – С. 27-32.
13. Щербак Л. Статистична оцінка прогнозованого залишкового ресурсу зварних конструкцій / Л. Щербак, Н. Шингера // Науково-технічний журнал "Вісник Тернопільського державного технічного університету". – 2008. – Т. 13. – №3. – С. 196-201.
14. Щербак Л. Оцінка ресурсу типових зварних ферм статистичними методами / Л. Щербак, Н. Шингера // Науково-технічний журнал "Вісник Тернопільського державного технічного університету". – 2008. – Т. 13. – №2. – С. 147-153.
15. Куц Ю.В. Підвищення точності вимірювання товщини в ультразвуковій товщинометрії / Ю.В. Куц, О.В. Монченко // Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. – Львів: Ж ФМІ ім. Г.В. Карпенка, 2008. – Вип.13. Теорія і практика неруйнівного контролю матеріалів і конструкцій. – С.161-164.
16. Щербак Л.М. Діагностика дефектів авіаційного двигуна / О.О. Лещенко, Л.М. Щербак // Наукоємні технології. – 2008. – №2. – С. 63-65.
17. Єременко В.С. Методика построения решающих правил при многопараметровом неразрушающем контроле / В.С. Єременко, О.А. Гилева // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2009. – №4 – С. 21 – 26.
18. Єременко В.С. Безеталонна дефектоскопія композиційних матеріалів / В.С. Єременко, В.М. Мокийчук // Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. – Львів: Ж ФМІ ім. Г.В. Карпенка, 2008. – Вип.13. Теорія і практика неруйнівного контролю матеріалів і конструкцій. – С. 228 – 232.

#### **Патенти**

1. Пат. 87864 України, МПК G01N 29/00 G01N 29/04. Спосіб неруйнівного контролю матеріалів і виробів і пристрій для його здійснення / Куц Ю.В., Мокийчук В.М., Суслов Є.Ф.; заявник и патентовласник Національний авіаційний університет. – № а 2007 02489; заяв. 06.03.2007№; опубл.25.08.09, Бюл. № 16.
2. Пат.18441 Україна, МПК G01B17/00 Спосіб ультразвукового вимірювання товщини багатошарових матеріалів та виробів / Єременко В.С., Куц Ю.В., Монченко О.В.; заявник та патентовласник Нац. авіац. ун-т. –u200604354; заявл.18.04.2006; опубл.15.11.2006, Бюл. № 11. – 3 с. ілюстр.
3. Пат. України на корисну модель № 35057. Спосіб ультразвукового вимірювання товщини виробів / Ю.В. Куц, В.С. Єременко, О.В. Монченко, І.М. Лапіга. – Опубл. 26.08.2008, Бюл. №16, 2008.