

УДК 623.746:629.7.083.003.13(045)

О.В. Радько¹, Н.А. Медведєва¹, О.І. Кремешний²¹Національний авіаційний університет, Київ²Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ВИБІР МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ

Проаналізовано класифікацію та вимоги до методів неруйнівного контролю і запропоновано рекомендації до вибору цих методів для визначення показників якості конструкційних елементів машин та механізмів.

Ключові слова: контроль якості, метод контролю, конструкційний елемент, вимоги, вибір.

Вступ

Постановка проблеми. У сучасних умовах стрімкого науково-технічного прогресу підвищення рівня надійності та довговічності машин і механізмів вимагає постійного вдосконалення методів контролю якості, який полягає у перевірці відповідності показників якості продукції встановленим вимогам.

Якість конструкційних елементів машин та механізмів характеризується як параметрами їх поверхневого шару, так і параметрами всього об'єму деталі – геометричними (шорсткістю, хвилястістю тощо), фізико-механічними (твердістю, залишковими напруженнями тощо), структурними, хімічними та іншими. Велика кількість контрольованих показників якості вимагає виваженого та обґрунтованого підходу до вибору найбільш ефективних та економічних методів їх визначення.

Наразі існує дві великих групи методів контролю якості машин та механізмів – неруйнівні та руйнівні методи. Кожна з цих груп має свої переваги та недоліки, однак більш широкого застосування отримали методи неруйнівного контролю (НК).

Необхідно зауважити, що універсального методу, який би міг виявляти весь спектр існуючих на тепер дефектів, не існує. Кожний окремо взятий метод контролю вирішує обмежене коло завдань.

Від правильного вибору методу НК якості конструкційних елементів машин і механізмів буде залежати ефективність застосування обраного методу, яка визначається скороченням витрат ресурсів (часу, енергетичних, матеріальних, людських тощо), що йдуть на забезпечення заданої достовірності та надійності отриманих результатів контролю.

Мета дослідження – обґрунтування вибору методів неруйнівного контролю для визначення показників якості конструкційних елементів машин та механізмів.

Виклад основного матеріалу

На першому етапі дослідження було аналізовано нормативні документи, відповідно до яких відбувається класифікація видів і методів НК та згідно з

якими встановлюються термінологія, характеристики і вимоги до застосування різних методів і засобів.

Визначено, що гідно із ГОСТ 18353-79 існує 9 видів НК: магнітний, електричний, вихрострумний, радіохвильовий, тепловий, оптичний, радіаційний, акустичний (ультразвуковий) і проникаючими речовинами. Згідно із ДСТУ 2865-94 [1], окрім вказаних вище видів НК розрізняють електрогазодинамічний, органолептичний, візуальний і газорозрядну візуалізацію та фотографування у полях високої напруги. Кожний з них поділяється на методи, кількість яких може бути досить значною (наприклад, в акустичному контролі ГОСТ 23829-85 виділяє 16 основних методів, в більш пізніх джерелах згадані вже до 25 методів). Результати проведеного аналізу наведені в табл. 1.

Наступним етапом дослідження був аналіз всього спектру вимог до методів та засобів НК, завдяки виконанню яких можна забезпечити високу ефективність контролю. Встановлено, що основними з них є такі:

- можливість здійснення контролю на різних стадіях виготовлення, в експлуатації і при ремонті виробів;
- можливість контролю за більшістю заданих параметрів;
- узгодженість часу, що витрачається на контроль, з часом роботи технологічного обладнання;
- висока достовірність результатів контролю;
- висока надійність дефектоскопічної апаратури і можливість використання її в різних умовах;
- надійність і простота методики контролю;
- вимоги до технічних можливостей засобів контролю: високі чутливість та роздільна здатність;
- висока продуктивність контролю;
- вимоги з техніки безпеки;
- вимоги до кваліфікації фахівців з проведення контролю.

В результаті проведених досліджень також встановлено, що для вибору методу найбільш ефективного НК при контролі якості конструкційних елементів машин та механізмів окрім зазначених вимог важливе значення мають і чинники, перераховані нижче.

Таблиця 1

Перелік нормативних документів на методи і засоби НК

Об'єкт стандартизації	Перелік нормативних документів	
	термінологія	методи контролю
Загальні положення щодо всіх видів НК	ДСТУ EN 1330-1:2008; ДСТУ EN 1330-2:2008 ДСТУ 2865-94	ГОСТ 3242-79; ГОСТ 24715-81; ГОСТ 25997-83; ГОСТ 27750-88
Неруйнівний контроль:		
магнітний	ГОСТ 24450-80; ГОСТ 24450-80; ДСТУ EN 1330-7:2009	ГОСТ 21104-75; ГОСТ 21105-87; ГОСТ 25225-82; ДСТУ 2954-94; ДСТУ EN ISO 9934-1:2005
електричний	ГОСТ 25315-82; ДСТУ 2865-94; ГОСТ 25315-82	ГОСТ 2990-78; ІЕС 62230:2006
вихрострумний	ГОСТ 24289-80; ДСТУ EN 1330-5:2008	ГОСТ 24289-80; ДСТУ EN 12084:2005; ДСТУ 2828-94
радіаційний	ГОСТ 16759-71; ГОСТ 14336-87; ГОСТ 24034-80; ГОСТ 25541-82; ГОСТ 25313-82; ДСТУ EN 1330-3:2008; ДСТУ EN 14096-1:2006	ГОСТ 20426-82 ГОСТ 23480-79 ДСТУ EN 444:2005 ДСТУ EN 13068-1:2007
акустичний	ГОСТ 27655-88; ГОСТ 23829-85; ДСТУ EN 1330-4:2008; ГОСТ 23829-85	ГОСТ 12503-75; ГОСТ 14782-86; ГОСТ 17410-78; ГОСТ 20415-82; ГОСТ 21397-81; ГОСТ 22727-88; ГОСТ 24507-80; ГОСТ 26126-84; ГОСТ 25961-83; ГОСТ 18442-80; ГОСТ 24054-80; ГОСТ 25136-82; ГОСТ 26182-84; ГОСТ 28517-90; ДСТУ EN 1714:2005; ДСТУ EN 583-1-2001; ДСТУ EN 583-3:2005; ДСТУ EN 583-6:2005; ДСТУ EN 10228-3-2001
проникаючими речовинами	ДСТУ EN ISO 12706:2008; ДСТУ EN ISO 12706:2008	ДСТУ EN 571-1-2001; ДСТУ EN ISO 3059:2007; ДСТУ EN ISO 3452-2:2005; ДСТУ EN 10228-2-2001; ГОСТ 18442-80
тепловий	ГОСТ 24521-80; ГОСТ 25314-82	ГОСТ 23483-79

Вид дефектів. Дефекти поділяють на поверхневі, підповерхневі (що залягають на невеликій глибині – до 0,5 – 1 мм) і внутрішні (що залягають на глибині більше 1 мм). Для виявлення поверхневих дефектів застосовують всі методи, але, як правило, найбільш ефективні з них візуально-оптичний, магнітопорошковий і капілярні. Для виявлення підповерхневих дефектів ефективні ультразвуковий, струмовихровий, магнітопорошковий, а внутрішніх – тільки ультразвуковий та методи просвічування іонізуючим випромінюванням.

Умови роботи деталей. Визначають найбільш імовірні місця виникнення дефектів, пов'язаних із зовнішнім середовищем, у якому працює деталь, навантаженнями (статичні, динамічні, вібраційні), ерозійно-корозійним ураженням, температурними умовами та ін. Облік умов роботи деталей дозволяє визначити критичні місця конструкції і звернути на ці місця особливу увагу при виборі методу і проведенні контролю.

Фізичні властивості матеріалів деталей. Також мають найважливіше значення при виборі методів НК. Для застосування магнітного методу матеріал повинен бути феромагнітним і однорідним за магнітними властивостями структури. Вихрострумний метод контролю використовується, якщо матеріал електропровідний, однорідний за структурою і ізотропний за магнітними властивостями. Для ультразвукового контролю матеріал повинен мати властивості пружності [2]. Капілярні методи виправдані для непористого і стійкого до впливу органічних розчинників матеріалу. Застосування методів просвічування іонізуючими випромінюваннями обмежується лише здатністю матеріалу поглинати да-

не випромінювання і товщиною матеріалу. У табл. 2 подано оцінку застосовності різних видів НК при визначенні фізико-механічних властивостей матеріалів (оцінка: 5 – відмінна, 0 – незадовільна) [3, 4].

Форма і розміри контрольованих деталей. Деталі простої форми можна перевіряти всіма методами, в той час як застосовність деяких методів для контролю деталей складної форми обмежена, наприклад ультразвукового – через труднощі розшифровки результатів контролю і наявності мертвих зон – ділянок, що не прозвучуються; капілярного – через труднощі виконання окремих операцій, особливо операцій підготовки деталей до контролю і видалення з поверхні проникаючої рідини. Великогабаритні виробу контролюють, як правило, частинами.

Зони контролю. Контролю безпосередньо на виробі піддають окремі зони, які повинні бути огорожені від джерел забруднення. Визначення зон контролю є важливим чинником у виборі методу, адже знання їх полегшує розробку методики і виявлення дефектів. При цьому слід мати на увазі, що методом вихрових струмів практично неможливо перевірити зони немагнітного матеріалу безпосередньо у нерівномірно розподілених феромагнітних мас; ультразвуковий контроль поверхневими хвилями – непридатний, якщо у перевірній зоні є різкі переходи від одного перерізу до іншого, метод просвічування іонізуючими випромінюваннями вимагає доступу з двох сторін деталі. Крім того, у зоні, що підлягає ультразвуковому контролю, як правило, не повинно бути отворів, заклепок, болтів та інших відбивачів ультразвукової енергії.

Оцінка застосовності різних видів НК при визначенні фізико-механічних властивостей

Об'єкт контролю	Види НК					
	вихро-струмовий	магнітний	тепловий	оптичний	радіаційний	акустичний
Включення неметалеві, шлакові, флюсові	0	1	0	0	2	4
Діелектрики						
Гума, полімери	0	0	3	0	5	0
Кераміка, залізобетон	0	0	0	0	4	5
Монокристали	0	0	5	5	4	4
Багат шарові матеріали	0	0	4	0	4	4
Скло	0	0	3	5	3	4
Склопластики	0	0	5	5	4	4
З'єднання						
Зварні	3	3	3	0	0	3
Паяні	3	3	3	0	0	3
Клейові	0	0	3	0	3	3
Різьбові	3	5	0	0	0	0
Покриття						
на феромагнітній основі						
струмопровідні	3	0	3	0	0	0
неструмопровідні	0	0	3	0	5	0
на неферомагнітній основі						
струмопровідні	3	0	3	0	0	0
не струмопровідні	0	0	4	0	5	0
струмопровідні на немагнітній основі	3	0	4	0	0	0
Деталі й вузли						
Залізничні рейки	3	4	0	0	0	5
Багат шарові конструкції із пластику та склопластику	0	0	3	0	4	4
Радіоелектронні схеми і деталі	0	0	5	3	4	0
Електровакуумні прилади	0	0	3	3	4	0

Стан і ступінь шорсткості поверхні. Чутливість методів НК, особливо магнітопорошкового, ультразвукового, капілярного залежить від ступеня шорсткості поверхні, наявності на ній різних захисних покриттів. Капілярні методи не можуть бути задіяні по лакофарбовим покриттям. Вихро-струмовий контроль можливий за наявності покриттів товщиною від 0,2 до 0,5 мм. Ультразвуковий контроль зварних з'єднань проводять при шорсткості менше 40 мкм.

Методи НК обирають з урахуванням перерахованих чинників. Часто застосування одного методу недостатньо для перевірки якості виробу за необхідними параметрами. У таких випадках використовують комплекс методів НК.

Висновки

Проведений аналіз основних вимог до методів НК дозволив сформулювати такі рекомендації щодо вибору методів контролю якості деталей машин та механізмів:

– вибір методів контролю якості повинний ґрунтуватися на їх класифікаційних ознаках, основними з яких є: характер взаємодії фізичних полів або речовин з контрольованим об'єктом, первинна інформаційна характеристика, індикація первинної інформації, остаточна інформація. Кожен метод має

свою область найбільш ефективного застосування;

– при виборі методу або комплексу методів НК для контролю якості конкретних деталей або вузлів необхідно враховувати, крім специфічних особливостей і технічних можливостей кожного методу, такі основні фактори: характер (вид) дефекту і його розташування, умови роботи деталей, матеріал деталі, стан і чистоту обробки поверхні, форму і розмір деталі, зони контролю, доступність деталі і зони контролю, умови контролю;

– за рівної чутливості методів НК перевага повинна надаватися простішому і доступнішому у застосуванні в конкретних умовах методу, у якого, крім цього, вище достовірність результатів контролю і продуктивність;

– збільшення кількості використовуваних методів поряд із підвищенням чутливості, достовірності та інформативності контролю може призвести до підвищення його вартості і зниження продуктивності.

Список літератури

1. *Контроль неруйнівний. Терміни та визначення. ДСТУ 2865-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 52 с. – (Національний стандарт України).*
2. *Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учеб. пособ. / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 2006. – 368 с.*

3. Сударикова Е.В. *Неразрушающий контроль в производстве: учеб. пособ.* / Е.В. Сударикова. – Ч. 1. – СПб.: ГУАП, 2007. – 137 с.

Надійшла до редколегії 9.04.2015

4. Каневский К.Н. *Неразрушающие методы контроля: учеб. пособие* / К.Н. Каневский, Е.Н. Сальникова. – Владивосток: ДВГТУ, 2007. – 243 с.

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Ю.І. Миргород, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ВЫБОР МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

О.В. Радько, Н.А. Медведева, А.И. Кремешный

Проанализированы классификация и требования к методам неразрушающего контроля и предложены рекомендации по выбору этих методов для определения показателей качества конструктивных элементов машин и механизмов.

Ключевые слова: контроль качества, метод контроля, конструкционный элемент, требования, выбор.

CHOICE OF QUALITY CONTROL METHODS OF STRUCTURAL ELEMENTS OF MACHINES AND MECHANISMS

O.V. Radko, N.A. Miedviedieva, O.I. Kremeshnyy

The paper analyzes the classification and requirements for methods of non-destructive testing and offer the recommendations on the selection of these methods to determine the quality parameters of structural elements of machines and mechanisms.

Keywords: quality control, quality monitoring, structural elements, requirements, selection.