

ВІДГУК

на дисертаційну роботу Богдан Галини Анатоліївни

«Вдосконалення ультразвукового методу контролю фізико-механічних характеристик порошкових матеріалів», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин

1. Актуальність теми дисертації

Одним з пріоритетних напрямків розвитку сучасної металургії є використання порошкових конструкційних матеріалів. Обсяги використання таких матеріалів кожен рік суттєво зростають. Проте, при виробництві порошкових матеріалів із-за високої складності процесів виготовлення виробів можливо виникнення невідповідностей їх фізико – механічних характеристик вимогам нормативно-технічної документації. Тому необхідно здійснювати контроль якості виробів з багатофазних порошкових матеріалів

Вищенаведене свідчить про актуальність теми дисертаційного дослідження, спрямованого на вдосконалення методів і засобів контролю виробів з порошкових матеріалів.

Окрім того, робота виконувалася у відповідності з 2 державними науково- дослідними роботами, що також свідчить про її актуальність.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі є достатньою й базується на аналізі літературних джерел за даною проблемою, достатній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, а також якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату, теорії фізичних явищ, які мають місце при діагностиці складних об'єктів контролю. Отримані результати підтверджені відповідними експериментальними дослідженнями.

3. Достовірність наукових результатів

Достовірність наукових результатів підтверджується збігом теоретичних та практичних результатів роботи.

4. До основних положень наукової новизни, які отримані в роботі, можливо віднести наступні:

1. Набув подальшого розвитку дискретний ортогональний фазовий метод вимірювання часової затримки ультразвукових імпульсів на основі розділення процесів накопичення та обробки даних на частоті, меншій від частоти дискретизації аналогово-цифрового перетворення, та синхронізації процесів формування і аналізу інформаційних сигналів, що дозволило зменшити похибку вимірювання до 0,5%.
2. Удосконалено ультразвуковий метод автоматизованого вимірювання швидкості поширення імпульсів ультразвукових хвиль в порошкових композитних матеріалах на основі комплексного використання методів статистичної обробки даних, удосконаленого ортогонального дискретного фазового методу вимірювання часової затримки та сукуп-

ності структурно-параметричних рішень, що дозволило зменшити похибки контролю порошкових конструкційних матеріалів.

5. Цінність дисертаційної роботи для науки

Наукові положення, які розроблені при виконанні дисертаційної роботи дають можливість поліпшення контролю та діагностики і, в результаті, підвищити якість нових конструкційних матеріалів.

6. Практична цінність роботи

1. Розроблено методику ультразвукового контролю ФМХ ПКМ з використанням фазових прецизійних методів вимірювання часу затримки поширення в ОК радіоімпульсних сигналів.

2. Розроблено методики обробки експериментальних даних для формування рекомендацій по корегуванню параметрів технологічних режимів виготовлення ПКМ.

3. Розроблена конструкція блоку фіксації первинних перетворювачів та ОК для забезпечення співвісності ультразвукових перетворювачів, акустичної осі та бази геометричних вимірювань.

4. Розроблено засіб для дискретного ортогонального вимірювання фазового часу поширення радіоімпульсного сигналу.

5. Технічні рішення, які отримані в роботі захищені 6 патентами України.

Результати роботи впроваджено в 3 організаціях.

7. Структура дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків, та 3 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 178 сторінок, з яких основний міст виконано на 151 сторінках, містить 40 рисунки, 13 таблиць. Список використаних джерел складається з 133 найменувань.

У *вступі* обґрунтовано актуальність та доцільність дисертаційного дослідження, сформульовано його мету і задачі, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження. Також показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, оцінено особистий вклад здобувача, наведено інформацію щодо апробації результатів дисертації, публікацій здобувача, структури та обсягу дисертації.

У *розділі 1* дисертаційної роботи проведено аналіз інформаційних джерел за напрямком дисертаційного дослідження. За результатами аналізу сформульовано недоліки, притаманні відомим методам і системам, та визначено фактори, що впливають на результати оцінки фізико – механічних характеристик порошкових матеріалів. Сформульовані основні напрямки дисертаційного дослідження.

У *розділі 2*. Проведено аналіз основних факторів, які впливають на результат вимірювання швидкості поширення УЗХ в ОК. Показано, що сумарна похибка вимірювання залежить від методичної, суб'єктивної та інструментальної похибки. На основі запропонованої класифікації факторів, що впливають на формування сумарної похибки вимірювання швидкості поширення УЗХ в ПКМ, проведена оцінка ступеня їх впливу на результат контролю, що дозволило виявити їх критичні складові та складові впливом яких можна знехтувати. На основі аналізу експериментальних даних були зроблені висновки про те, що закон розподілу виміряних значень швидкості поширення УЗХ в ПКМ підпорядковується нормальному закону розподілу, що дозволяє застосовувати до їх аналізу дисперсійний метод статистичної обробки результатів вимірювань. Проведені дослі-

дження з використанням існуючого обладнання та методики ультразвукового контролю ПКМ. З використанням дисперсійного аналізу було визначено вплив вимірювального та технологічного факторів на результат контролю, як однофазних, так і багатофазних матеріалів. Показано, що в існуючій на сьогоднішній день методиці вимірювання швидкості поширення УЗВ вимірювальний фактор є домінуючим при контролі ПКМ.

У розділі 3 наведено наступні результати. Розроблено метод та цифрова вимірювальна прецизійна система вимірювання фазового зсуву радіоімпульсних сигналів на основі реалізації ортогонального цифрового одноканального фазометра і вбудованого синтезатора радіоімпульсного сигналу (реалізованого за принципом високостабільних DDS синтезаторів частоти) синхронізованого від генератора сигналів дискретизації АЦП. Розроблено метод та цифрова вимірювальна прецизійна система вимірювання фазового зсуву радіоімпульсних сигналів на основі реалізації ортогонального цифрового одноканального фазометра і вбудованого синтезатора радіоімпульсного сигналу (реалізованого за принципом високостабільних DDS синтезаторів частоти) синхронізованого від генератора сигналів дискретизації АЦП, що дозволяє розширити частотний діапазон вимірюваних сигналів. Удосконалено та експериментально досліджено дискретний ортогональний метод вимірювання часу затримки ультразвукового сигналу в ПКМ, що дозволило забезпечити вимірювання часу проходження ультразвукової хвилі в ПКМ з похибкою менше 0,5%. Проведене математичне моделювання дискретного ортогонального фазового методу показало, що обраний метод при роботі на низьких частотах дозволяє проводити вимірювання ФС з похибкою менше 1 % навіть при використанні 8 розрядного АЦП з частотою дискретизації 50 МГц. При роботі на високих частотах (які використовуються при ультразвуковому контролі) для забезпечення інструментальної похибки вимірювання менше 0,5% необхідно вибирати як мінімум 12-ти розрядний АЦП з частотою дискретизації до 100 МГц.

У розділі 4 розроблена вимірювальна ультразвукова система для контролю ФМХ ПКМ за результатами акустичних вимірювань та наведено результати експериментальних досліджень її характеристик. Запропонована структурна схема вимірювальної ультразвукової системи для контролю ФМХ ПКМ. Запропонована конструкція блоку фіксації ОК і датчиків, для якої розроблені спеціальні фокусують перетворювачі, що дозволяє зменшити методичну і суб'єктивну складову сумарної похибки. Створено і досліджено експериментальний зразок ультразвукової системи контролю ФМХ ПКМ, в основу роботи якого покладено розроблені методи і засоби вимірювання швидкості УЗХ і обробки результатів. Використання розробленої системи при контролі ПКМ дозволяє зменшити випадкову похибку вимірювання швидкості УЗК на порядок і зменшити ВКВ розсіювання результатів контролю, обумовлена вимірювальним фактором, на порядок. Розроблен програмне забезпечення, яке дозволяють управляти роботою системи в цілому, реєструвати інформативні сигнали і визначати їх параметри, оцінювати статистичні характеристики одержуваних вибірок даних і виносити рішення за результатами контролю. Розроблено спосіб і схема неруйнівного контролю ФМХ ПКМ з використанням створеної ультразвукової системи, які дозволяють підвищити точність контролю за рахунок зменшення впливу випадкових факторів та автоматизації процесу обробки результатів контролю. Розроблена методика оптимізації складу ПКМ за результатами акустичного контролю. Розроблена методика раціоналізації режимів технологічних операцій при виготовленні ПКМ за результатами акустичного контролю.

У висновках узагальнено отримані в дисертації наукові та практичні результати.

У додатках наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи та лістинг комп'ютерної програми.

8. Завершеність дисертації. Дисертація є завершеною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують задачу підвищення точності неруйнівного контролю фізико-механічних характеристик порошкових композитних матеріалів.

9. Публікації за темою дисертації

Наукові публікації автора, в цілому, відображають зміст дисертації. Основний зміст, наукові положення та результати дисертації опубліковані в 21 науковій роботі, серед яких 6 статей у виданнях, що включені до наукометричних баз даних, з них 4 у фахових виданнях України, 3 патенти України на корисну модель та 3 патенти України, 9 матеріалів і тез доповідей на науково-технічних конференціях.

10. Автореферат дисертації.

Автореферат відповідає змісту і отриманим основним результатам дисертаційної роботи. Автореферат виконаний відповідно до встановлених вимог.

11. Відповідність роботи паспорту спеціальності. Результати наведених в дисертаційній роботі досліджень відповідають паспорту спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин у таких пунктах:

- підвищення точності, вірогідності, чутливості, швидкодії, надійності приладів контролю та визначення складу речовин;
- прилади неруйнівного контролю матеріалів і виробів.

12. До недоліків дисертаційної роботи слід віднести:

1. Назва дисертаційної роботи: «Вдосконалення ультразвукового методу контролю фізико-механічних характеристик порошкових матеріалів». Проте переважна більшість виконаних автором досліджень направлена на вимірювання швидкості розповсюдження імпульсів ультразвукових. Це говорить про те, що назва роботи передбачає більш широку область досліджень в порівнянні з наведеними в дисертації результатами.

2. Метою дисертаційної роботи декларовано підвищення точності неруйнівного контролю фізико-механічних характеристик порошкових композиційних матеріалів шляхом вдосконалення методу та схеми вимірювання швидкості ультразвукових коливань. Проте в матеріалах дисертації і автореферату конкретних цифрових даних підвищення точності не наведено.

3. Дисертацію могла би прикрасити більш вагома теоретична частина.

4. В першому пункті наукової новизни слід було більш широко розкрити її суть.

5. Автором використано інформаційні джерела близько 65% з яких опубліковано в термін, що перевищує 10 років.

6. В основному тексті роботи є описові тексти відомих досліджень і розробок, які слід було б помістити в розділ 1 (наприклад, с. 67 – дані з інструкції на дефектоскоп УДЗ-71; с. 71-73 – наведено описи відомих критеріїв).

7. В тексті дисертації зустрічаються деякі орфографічні і стилістичні помилки.

Наведені недоліки не стосуються принципових положень дисертації.

Висновок. Виходячи з вищенаведеного аналізу, можна зробити висновок, що дисертація Богдан Галини Анатоліївни «Вдосконалення ультразвукового методу контролю

фізико-механічних характеристик порошкових матеріалів» відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, та паспорту спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин, а її автор, Богдан Г.А., заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Офіційний опонент, завідувач кафедри
«Комп'ютерні та радіоелектронні системи
контролю та діагностики»

(Прилади і методи неруйнівного контролю)

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»,

доктор технічних наук, професор

Г.М. Сучков

Підпис проф. Г.М. Сучкова засвідчує
вчений секретар НТУ «ХПІ», д.т.н.



О.Ю. Заковоротний