

ВІДГУК
Офіційного опонента на дисертаційну роботу
Славкова Віктора Миколайовича
«Розробка цифрового фотографічного методу теплового контролю металів
при високих температурах»,
що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю
05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин

1. Актуальність теми дисертації

Промисловість має значну потребу в засобах теплового неруйнівного контролю, оскільки при ньому не порушується придатність об'єкта до використання та експлуатації. Автором дисертації показано, що сучасні неруйнівні методи контролю представляють високотехнологічну область прикладних досліджень, яка об'єднує досягнення в теорії теплопередачі, цифрової вимірювальної техніки та комп'ютерної обробки експериментальних даних.

Значні переваги, існуючих методів теплового неруйнівного контролю, дозволяють створювати спеціалізовані безконтактні засоби контролю, так звані тепловізори та пірометри, що можуть використовуватись у різних галузях. Але на жаль, такі засоби мають досить значні недоліки: тепловізори мають низьку роздільну здатність та високу ціну; пірометри – відносно дешеві, але по суті є безконтактними термометрами та мають досить малу площу оцінки поверхні об'єкта контролю.

Подана робота, направлена на розв'язок завдання створення нового різновиду засобу для теплового контролю, який характеризується високою роздільною здатністю та відносно низькими економічними затратами, що є досить актуальною на даному етапі розвитку в Україні.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ «ХПІ» в рамках задач комплексної держбюджетної теми МОН України «Підвищення точності вимірювальних перетворювачів засобами вбудованого тестового контролю» (ДР № 0109U002421).

2. Наукова новизна результатів роботи

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному.

1. В результаті обробки отриманих цифрових зображень встановлені температурні перепади на поверхні металів, за рахунок наявності в них дефектів та розроблено перспективний метод теплового контролю металів, що загалом дозволяє здешевити процедуру діагностики технічного стану об'єктів металургійної та машинобудівної галузей.

2. Вперше розроблена математична модель теплових процесів, що дозволяє вирішити задачу розміщення певної кількості однакових за параметрами нагрівачів для отримання температурного поля заданої конфігурації на поверхні металевої пластини, з використанням аналізу просторово енергетичних параметрів одного нагрівача.

3. Удосконалено метод калібрування цифрового фотоапарата у видимому діапазоні спектру теплового випромінювання із використанням у якості робочого еталона випромінювача типу абсолютно чорного тіла, що дозволило підвищити точність передавання їм одиниці термодинамічної температури за рахунок автоматизації процесу проведення процедури калібрування та цифрової обробки даних.

4. Отримали подальший розвиток методи визначення теплоємності металів та визначення коефіцієнта випромінювальної здатності їх поверхні за рахунок використання цифрового фотоапарата у якості перетворювача істинної температури та детектора просторового розподілення яскравісної температури поверхні метала, що дозволило підвищити оперативність даних методів та знизити вартість процедури їх проведення.

3. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, розроблених математичних моделей та методів, наведених в дисертації, підтверджується використанням теоретичних основ методу індукційного нагріву металів та основ електротехніки, функції взаємозв'язку яскравісної температури та компонента червоного отриманих цифрових зображень, методів цифрової обробки сигналів та комп'ютерного програмування, теоретичних основ оптичної пірометрії, комп'ютерного програмування в системі комп'ютерних розрахунків з класу систем автоматизованого проектування, основ функціонального аналізу для побудови моделей рівномірних температурних полів на поверхні металів.

Крім того, основні теоретичні висновки наукових результатів підтверджується збігом теоретичних та експериментальних результатів роботи, а також впровадження на виробництві в підприємствах України, про що свідчать відповідні акти.

4. Цінність дисертаційної роботи для науки

Практична цінність дисертаційної роботи полягає в тому, що запропоновано новий метод теплового неруйнівного контролю металів при високих температурах, що засновано на використанні цифрового фотоапарата, який за своїми метрологічними характеристиками не поступається існуючим методам теплового неруйнівного контролю.

На базі даного методу створено системи контролю та розроблено програмні алгоритми обробки даних і керування налаштуваннями цифрового фотоапарата для забезпечення теплового виду неруйнівного контролю металів в лабораторних і промислових умовах.

Цифровий фотографічний метод теплового контролю металів при високих температурах впроваджено у ТОВ «Виробниче об'єднання Сплави-500» (м. Харків) для теплового контролю виробів металопрокату, ТОВ «ГТ» (м. Харків) при проведенні процедури теплового контролю комплектуючих електробритви в процесі їх загартування. Результати отримані в дисертаційній роботі проходили випробування у кувально-пресовому та термічному виробництві ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (м. Краматорськ).

5. Структура дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 243 сторінки, з них: 68 рисунків по тексту; 6 рисунків на 6 сторінках; 17 таблиць по тексту; 19 таблиць на 23 сторінках; список використаних джерел з 189 найменувань на 20 сторінках; 6 додатків на 50 сторінках. Додатки містять результати моделювання, схеми алгоритмів, технічні характеристики цифрових фотоапаратів, акти впровадження.

6. Повнота викладення результатів в опублікованих працях

Основний зміст дисертації відображено в 25 наукових публікаціях, з них: 9 статей у наукових фахових виданнях України, 1 – у іноземному періодичному фаховому виданні, 2 патенти України на корисні моделі, 13 – у матеріалах конференцій.

7. Аналіз змісту дисертаційної роботи

У **вступі** наведена загальна характеристика роботи, обґрунтовано актуальність досліджень, поставлено їх мету і задачі, викладена наукова новизна і практичне значення отриманих результатів, показано зв'язок роботи із науковими програмами та планами.

Для першого розділу, як і для дисертації в цілому, характерний системний підхід у виділенні основних задач роботи і їх вирішення сучасними і ефективними методами. Проведений детальний аналіз методів теплового контролю з орієнтацією на існуючу сучасну технічну базу. Проведений аналіз показує високу ефективність та надійність.

Перший розділ ґрунтується на фундаментальних першоджерелах щодо теплового контролю та публікаціях наукових шкіл в даній області досліджень. Аналіз літературних даних свідчить про нестачу систематизованої інформації про цифрові методи теплового контролю металів які засновані на використанні цифрових фотоапаратів. Такі методи практично не розглядається в світових наукових і періодичних виданнях в області неруйнівного контролю і засобів вимірювання температури.

У **другому розділі** описано об'єкти досліджень, моделі цифрових фотоапаратів (об'єктивів), додаткове обладнання і методики проведення експериментів із зазначенням використаних приладів, структура експериментальних досліджень. Наведені характеристики вузькосмугового інтерференційного світлофільтру (ІСФ) використовуваного у дослідженнях, схема електрична принципова та блок схема спеціально розроблених для проведення експериментів перетворювача сигналів термопар та індукційного нагрівача відповідно, визначенно коефіцієнт випромінювальної здатності поверхні металів та їх теплоємність.

Третій розділ присвячений обґрунтуванню основних положень запропонованого в роботі методу та розробці програмних алгоритмів обробки цифрових зображень температурного поля поверхні металів. Для цього було визначено теоретичні положення формування температурного поля у структурі

об'єкта контролю, розглянуто теоретичні основи методу вимірювання температури на основі теплового випромінювання. Дається аналіз структури цифрового фотоапарату та встановлення можливості використання його матриці у якості детектора теплового випромінювання металів, а також приводяться теоретичні положення та програмні алгоритми для проведення процедури калібрування за допомогою еталонного абсолютного чорного тіла.

На основі запропонованих методу та алгоритмів розроблена методика визначення питомої масової теплоємності металів, коефіцієнта випромінювальної здатності поверхні металу та моделювання температурних полів на поверхні метала для досягнення його рівномірного нагріву.

У четвертому розділі описуються експериментальні дослідження теплових полів металів за допомогою розробленого цифрового фотографічного методу теплового контролю, процес отримання серій температурних зображень поверхні металів різних за формою та складом, в результаті їх нагрівання або охолодження, для подальшої їх обробки розробленими алгоритмами, визначення значень температурних контрастів в результаті впливу присутніх в них дефектів. Крім того, приводяться експериментальні дослідження для визначення значень питомої масової теплоємності металів у певному інтервалі температур, побудова моделей температурних полів на поверхні металів та розподіл значень коефіцієнта випромінювальної здатності по їх поверхні.

У **додатках** наведено області застосування теплового виду неруйнівного контролю та технічні характеристики використовуваних ЦФ, алгоритми у програмних середовищах MathCAD та LabView, принципові схеми блоків розробленого індукційного нагрівача, додаткові відомості для здійснення процедури ТК металів запропонованим в роботі методом, отримані патенти України на корисні моделі, акти випробувань і впроваджень.

8. Оформлення дисертаційної роботи

Матеріал роботи викладено послідовно, грамотно, математично коректно з використанням загальноприйнятої термінології та з дотриманням сучасних правил подання наукової інформації. Дисертацію та автореферат оформлено згідно з вимогами до оформлення науково-технічної документації. Результати дослідження в достатній мірі проілюстровані графічним матеріалом.

Автореферат повністю відповідає змісту і отриманим основним результатам дисертаційної роботи.

Таким чином, дисертаційна робота та автореферат за змістом і оформленням відповідають основним вимогам.

9. Зауваження до дисертаційної роботи

Загальні зауваження по роботі

1. В дисертаційній роботі використовуються термін «цифровий фотоапарат» та назви певних пакетів програм для обробки експериментальних даних. Доцільно було б привести більш розширені поняття, для можливості більш універсального застосування запропонованого методу контролю.

2. В списку використаних літературних джерел не достатньо сучасних зарубіжних видань.

3. У дисертації, у вступі використовується термін «задачі дослідження», а у назвах підпунктів фігурує термін «завдання».

4. Досить значна кількість технічної інформації про пристрої та використовувані програмні пакети, що підвищує складність сприйняття дисертації.

5. Наскільки відображається економічний ефект, який наголошується у вступі дисертації для запропонованого методу відносно існуючих?

6. У висновках недостатньо вказано кількісні та якісні характеристики результатів роботи, хоча по тексту їх отримано досить багато.

Зауваження по розділах

Вступ

1. Мета дисертаційної роботи на стор. 9 сформульована не досить коректно, так як не зрозуміло, чи алгоритми цифрової обробки входять до складу методу контролю чи є окремою частиною мети. Крім того сформована мета на сторінці 40 є більш коректною.

2. Наукова новизна у дисертації включає в опис назви отриманих патентів на корисні моделі, а у авторефераті згадуються у практичному значенні отриманих результатів.

3. Перший пункт наукової новизни. Перше речення «Вперше застосовано цифровий фотоапарат у якості засобу фіксації температурного поля при ТК металів» не є науковим досягненням, а є технічним рішенням. Застосування його там є некоректним. Необхідно було виділити розроблений метод на базі цифрового фотоапарату.

4. Наявність окремих підрозділів висновків до кожного розділу, дало б можливість більш кращої оцінки результатів роботи.

Розділ 1

1. Так як перелік переваг теплового методу контролю наведено на ст. 28, то «Таблиця 1.1 – Технічні параметри вітчизняних та зарубіжних тепловізорів» по суті є довідниковою інформацією, яку б доцільно розмістити у додатках.

2. Те ж саме можна сказати про опис тепловізора NEC ThermoShot F30 на ст. 31 та про таблицю 1.2 на ст. 33.

3. Навіщо в 1 розділі дублювати мету та задачі які описані у вступі?

Розділ 2

1. Зауваження до назви розділу «Методика та прилади проведення досліджень» є некоректною, так як в даному розділі наводяться об'єкти досліджень (теплового контролю, тепловий контроль металів, визначення теплоємності металів), методика та розробка засобів. Все що відноситься до приладів то є довідниковою інформацією і її доцільно розміщувати у додатках, це не є новизна.

2. П.п. 2.2 «Моделі цифрових фотоапаратів, об'єктивів та додаткове

обладнання». Тут некоректне використання слова модель для даного підрозділу, так як робота є науково-практичним дослідженням, то відразу розуміється якийсь еквівалент фотоапарату (математичний або структурний), а даний термін вказує на технічні характеристики обладнання, яке використовувалось для досліджень, перелік яких повинен бути у додатках.

3. Рис. 2.9, рис. 2.10, рис. 2.13, рис. 2.15, рис. 2.16, мають однакову назву «Блок схема проведення експеримента» без відповідних пояснень, але інші із поясненням.

4. П 2.5 «Програмне забезпечення». Навіщо у роботі наводити перелік програмних пакетів у п.п. 2.5.1 та п.п. 2.5.2. Доцільно було б навести структуру обробки інформації або алгоритм роботи програми.

Розділ 3

1. Некоректно сформована назва розділу «Теоретичні положення методу та програмні алгоритми». Алгоритми не є теоретичними положеннями, але є складовими методу.

2. Рис. 3.1 знаходиться через півтори сторінки нижче ніж посилання на нього в тексті.

3. П.п 3.3 по суті, являє собою аналіз методів пірометрії, який більше відноситься до першого розділу.

4. З тексту п.п. 3.4.1. незрозуміло звідки береться формула 3.13, чи це формала виведена автором чи вона зустрічається в якихось джерелах.

5. Навіщо на рис. 3.7 наводити програму перерахування кольорових систем? Чому невикористати блок схему алгоритму?

6. На рис. 3.11 незрозуміло звідки взялось рівняння розширеної залежності яскравісної температури від струму $T_b = f(I_{тл})$.

7. Таблиця 3.2. Стрічка 6. Якщо, наприклад, запустити програму яка знаходиться по іншому шляху, то працездатність алгоритму збережеться?

8. Яким чином, зміняться результати калібрування при електронно-керованих об'єктах?

9. Ст. 89, перший абзац. Кінець абзацу «...у вигляді математичного рівняння» та посилання на джерела. Що це за рівняння з даного тексту незрозуміло.

Розділ 4

1. Досить багато уваги приділено калібруванню засобів контролю. А на скільки це впливає на швидкодію отримання кінцевого результату контролю.

2. Оскільки в даному розділі визначено імовірнісні характеристики інформативного параметра, то чому не визначений параметр вірогідності контролю.

Висновок

З врахуванням вищенаведеного аналізу дисертаційної роботи впливає, що зауваження до неї не стосуються її принципових положень.

Таким чином, з вищенаведеного повного аналізу, можна зробити висновок, що дисертація Славкова Віктора Миколайовича є завершеною науково-дослідною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати, що розв'язують важливу науково-прикладну задачу, і спрямована на розробку сучасного методу та засобів теплового контролю для промисловості України.

Вважаю, що подана дисертаційна робота «Розробка цифрового фотографічного методу теплового контролю металів при високих температурах» за критеріями наукової новизни та практичної значимості одержаних результатів, об'єму та оформленню відповідає вимогам згідно п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» щодо кандидатських дисертацій, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 (зі змінами), а її автор, Славков Віктор Миколайович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методу контролю та визначення складу речовин.

Офіційний опонент,

старший викладач кафедри

«Телекомунікаційних систем та телебачення»

Вінницького національного технічного університету,

канд. техн. наук

«22» вересня 2015 р.



Д. В. Михалевський

