

ВІДГУК

офіційного опонента д. т. н., професора Руженцева І.В.,
на дисертаційну роботу

Шмараєва Олександра Васильовича

«Метрологічне забезпечення системи управління якістю біметалевих виробів»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне
забезпечення

Актуальність теми дисертації

Практично всі існуючі і нові об'єкти метрологічної підтримки виробництва, якими б складними вони не були, побудовані за загальною простою схемою: вимірюється деякий параметр, на підставі результатів цього вимірювання приймається певне рішення, яке реалізується на об'єктах виробництва. Вимоги сучасного ринку підштовхують постачальників продукції до застосування систем якості. Впроваджуючи на підприємствах систему якості згідно з ДСТУ ISO 9001: 2015, підприємець отримує і матеріальну вигоду: за рахунок перерозподілу витрат скорочується та їх частка, яка йшла на виявлення і виправлення дефектів. Як бачимо, в цьому класичному ланцюжку управління на першому місці стоїть результат вимірювання. Згідно з ДСТУ ISO 10012: «Вимоги, що гарантують якість вимірювального обладнання – частина 1: Система підтвердження метрологічної придатності вимірювального устаткування», якщо результат вимірювання виходить неякісним (неточним, несвоєчасним), то будь-яке управління технологічним процесом втрачає сенс. У будь-якому випадку, на першому місці стоїть результат вимірювання.

Серед виробничих процесів є такі, що, з одного боку, для гарантування якості продукції потребують високого ступеня автоматизації, а отже, різноманітного метрологічного забезпечення, яке є квінтесенцією сучасної метрологічної науки, а з іншого, – мають такі умови виробництва, в яких не



діють навіть застарілі засоби вимірювання. До таких парадоксальних об'єктів відноситься, у першу чергу, процес виготовлення біметалевих деталей засобами лиття. Він є на всіх стадіях дуже чутливим до теплових параметрів, але одночасно, старанно приховує ці параметри від метрологічної служби АСУ ТП.

Зокрема, перед заповненням ливарних прес-форм якісний результат вимірювання готовності такої форми до заливання може бути отриманий тільки комплексним методом, тобто як об'єднання результатів оцінок температурних полів поверхонь тіла прес-форми і сталеві вставки, яка в майбутньому стане частиною біметалевого вилівка. При цьому первісна інформація від цих елементів, отримана, наприклад, за допомогою тепловізорів, є окремими зображеннями або відеопотоками, на яких об'єкти розташовані під різними кутами і існують в різних розмірах. Для комплексного співставлення цих зображень їх треба спочатку привести до єдиного ракурсу та єдиного масштабу, а уж потім поєднувати для подальшої обробки цінної метрологічної інформації, яка в них міститься.

Результат такої обробки повинен легко вбудовуватися в ідеологію загальної АСУ, зокрема, коли мова йде про підтримку прийняття рішення про припинення або продовження процесу (що особливо важливо саме перед заливанням рідкого металу в прес-форму). Однією з форм такої «вбудови» є розробка зручного для оператора комп'ютерного інтерфейсу відповідної системи вимірювання. Тому можна стверджувати, що дослідження, спрямовані на підвищення ефективності метрологічного забезпечення біметалевого лиття шляхом створення нових моделей і методів вимірювання термічного стану ливарних об'єктів та підтримки прийняття технологічних рішень, є вельми актуальними.

Актуальність теми дисертації також підтверджується її відповідністю до пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки України (9 науково-дослідних робіт), в яких автор брав безпосередню участь.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення кандидатської дисертаційної роботи, висновки і рекомендації є новими і достатньо обґрунтованими, роблять істотний внесок у розвиток методів і засобів вимірювань важкодоступних параметрів ливарного виробництва та містять ряд положень і рекомендацій, що сприятимуть підвищенню ефективності процесу метрологічного забезпечення ливарного виробництва.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні і розвитку методів і моделей підвищення ефективності комплексного вимірювання температурних полів і неруйнівного вимірювання ступеня зварюваності в біметалевих виробах з внутрішніми порожнинами для систем підтримки прийняття рішень в АСУ ТП біметалевого лиття:

– вперше запропоновано метод підвищення точності комплексних вимірювань температури поверхні елементів ливарної прес-форми перед їх збиранням, який відрізняється тим, що отримані за допомогою тепловізорів ізота та відео- теплові відображення цих елементів піддаються за допомогою спеціальних маркерів просторовій трансформації лінійного масштабу і кутів направляючих векторів, що дозволило оперативно поєднувати ці відображення, домагаючись збігу відповідних точок;

– отримав подальший розвиток метод уявної моделі об'єкта, в рамках якого розглядається фізичне тіло, яке підігрівається, при цьому уявно вважається, що на первинному тепловізійному відображенні від поверхні об'єкта температура певних точок (пікселів) може бути одночасно різною, що дозволило побудувати метрологічне забезпечення підсистеми автоматизованого управління пічним підігрівом сталевих вставок;

– вперше запропоновано модель готовності ливарної прес-форми до заливання у вигляді комп'ютерної діаграми, на якій ділянками різного кольору показані ймовірності зварюваності у відповідних кольорам зонах на випадок продовження техпроцесу, що дозволило створити наглядний інтерфейс системи

підтримки прийняття рішень про припинення або продовження перебігу виконання технологічного процесу лиття біметалевих виливків перед заливанням рідкого металу у прес-форму;

– отримав подальший розвиток метод вимірювання границь розташування ділянок незварюваності між елементами біметалевих трубчастих виливків, який полягає в застосуванні обертових щілинних вимірювальних головок відповідної фізичної природи, що дозволило виконувати неруйнівний контроль якості таких виливків з боку внутрішніх важкодоступних порожнин;

– вперше запропоновано метод підвищення точності прийняття рішень за допомогою діаграми зварюваності шляхом вибіркового неруйнівного уточнення результатів вимірювання за допомогою «зовнішнього» тепловізора, а також ультразвукового і вихорострумове датчиків наявності внутрішніх порожнин в біметалічних виливках, що дозволило створити систему точного комплексного неруйнівного контролю термічного стану ливарного обладнання та підтримки прийняття управлінських рішень «COMEAS».

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, впливає з коректних застосувань математичного апарату, даних комп'ютерних та експериментальних досліджень, які підтверджують адекватність використаних моделей, а також широкою апробацією основних результатів, положень та висновків на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях. Як впливає з наведених у додатках до дисертації Актів виробничих випробувань, результати практичного використання розробок автора у вигляді значного позитивного техніко-економічного ефекту знайшли своє відображення у багатьох підприємствах, чим також підтвердили достовірність висновків дисертації.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, двох додатків. Загальний об'єм дисертації – 169 стор., з них додатків – 19 стор. Дисертація містить 41 рисунок, 11 таблиць та посилання до 177 наукових джерел.

Повнота опублікування та апробації основних результатів дисертації

Основні положення дисертації викладені у 21 публікації, в тому числі в 7 статтях в журналах зі спеціального переліку МОН України (з них 4 входять до міжнародних наукометричних баз *SCOPUS*, *BASE*, *ULRICHSWEB*, *DRIVER*, *Index Copernicus*, *WorldCat*, *DOAJ*, *EBSCO*, *FreeFullPDF*, *eLIBRARY*), а також в 14 матеріалах конференцій і семінарів.

Ідентичність змісту автореферату дисертації

Зміст автореферату дисертації в цілому відображає основний зміст, положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи та відповідає вимогам Департаменту атестації кадрів МОН України до авторефератів. Втім, розподіл матеріалів дисертації по автореферату виконано помітно нерівномірно.

Зауваження до змісту дисертації і автореферату

1. В першому розділі наведені деякі відомості (наприклад, про структурну чутливість об'єктів ливарного виробництва, стор. 13), які в подальшому в роботі не використовуються та які без суттєвих втрат до змісту роботи можна було б опустити.
2. При визначенні «головної задачі виготовлення біметалевих виливків» (стор. 19) автор застосовує такі терміни, як «найбільш глибокий контакт», «в деякому сенсі зварюваність», тощо. На наш погляд, ці терміни потребують більш детальних пояснень і в якісному, і в кількісному розумінні, адже саме ця зварюваність виступає в подальшому в якості об'єкта вимірювання та головного параметра, за яким в АСУ ТП біметалевого лиття приймаються рішення.
3. Навряд чи відомості, які входять до підрозділу 2.1 роботи (стор. 42), зокрема до рис. 2.1 (стор. 43), можна назвати «класифікацією». Тут доречніше було б вживання терміну «деякі аспекти» проблем метрології в технологічному процесі лиття біметалів.

4. Стверджуючи про те, що параметри температури окремих частин форми та чистоти (відсутність окисів, домішок, тощо) поверхонь цих частин є головними, та їх «необхідно у першу чергу вимірювати» (стор.45), автор, на наш погляд, дещо звужує проблему. Адже раніше він зазначив, що ливарне виробництво є багато параметричним! Виділяючи ці два параметри, треба було б згадати і інші та порівняти їхній вплив на результати технологічного процесу біметалевого лиття.
5. Бажано було б докладніше викласти матеріали, які містяться в п. 3.1.1 «Побудова уявних моделей та їхнє застосування в метрології». Про що саме йдеться мова на схемі управління, представленій на рис. 3.2 (стор. 72)? Незрозуміла заключна частина цієї схеми: як результат вимірювання r перетворюються до уявної моделі та як ця модель допомагає створити рішення про управлінську дію на об'єкт.
6. Як впливає з дисертаційної роботи, прийняття рішення про продовження технологічного процесу на етапі заливання ґрунтується, в основному на економічних міркуваннях (стор. 82). В той же час, в роботі немає жодних порівняльних економічних розрахунків, з яких впливали би переваги запропонованих методів вимірювання.
7. Автор на стор. 84 зазначає, що «конкретний вигляд формули розрахунку критерію зварюваності повинен бути визначений експериментально для конкретних технологічних умов біметалевого лиття». На жаль, в роботі немає рекомендацій, як визначити межі застосовності формул, отриманих на одному експериментальному виливку на інші? Як взагалі проводилися ці експерименти в роботі і які при цьому отримані результати?
8. Доцільно б було детальніше проаналізувати залежність метрологічних характеристик від матриці пікселів, теплові зорів та визначити мінімально необхідну кількість пікселів.
9. Бажано було б навести у Додатках протокол корегування зварюваності, про яке йдеться в структурній схемі загальної системи комплексних вимірювань «COMEAS» (рис. 4.2, стор. 107).

10. П. 1 наукової новизни було б логічно завершити заявку на патент.
11. Не сприяють кращому розумінню дисертації деякі речові обороти, а саме «метрологическое обеспечение помогает АСУ реагировать...», схема «работы предложенного метода» (стор. 78), «в некоторых неответственных случаях...» (стор. 127).
12. На стор. 92 посилання на відому формулу (3.8) повинна бути виконано з вказівкою на джерело.
13. На стор. 17 є посилення на ГОСТ 1583-93 хоча існує стандарт ДСТУ 2839-94 під цією ж назвою.
14. Великий перелік характеристик серійних приладів на стор. 115, 117, 119 краще було б перенести в додатки.

Висновок про відповідність дисертації вимогам Департаменту атестації
кадрів Міністерства освіти і науки України

Дисертаційна робота Шмараєва Олександра Васильовича «Метрологічне забезпечення системи управління якістю біметалевих виробів» є закінченим кваліфікаційним науковим трудом, оформленим у відповідності до державних стандартів України. Вона містить раніш не захищені наукові положення і одержані автором нові науково обґрунтовані результати в області теорії та практики метрології та метрологічного забезпечення, які в сукупності вирішують важливу науково-прикладну проблему підвищення ефективності вимірювання параметрів ливарного виробництва для систем автоматизованого управління.

Дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 11 та 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, а також вимогам, що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор – Шмараєв Олександр Васильович заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.01.02 – Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри

«Метрології та вимірювальної техніки»

Харківського національного університету

радіоелектроніки,

доктор технічних наук, професор



І.В. Руженцев

Підпис проф. Руженцева І.В. засвідчую:

Учений секретар



І.В. Магдаліна