

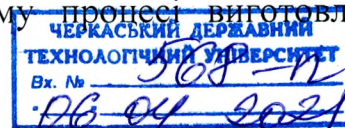
ВІДГУК

о ф і ц і й н о г о о п о н е н т а
на дисертаційну роботу **Барилка Сергія Віталійовича**
"Методологія побудови комп'ютеризованих систем контролю технологічних
параметрів текстильних матеріалів", що подано на здобуття наукового
ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
05.13.05 - комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації

В розвинутих країнах світу виготовлення високоякісних текстильних матеріалів та виробів є високорентабельним виробництвом, яке забезпечує високі прибутки. Однією з найважливіших задач для підприємств легкої промисловості є забезпечення виробничого процесу текстильних матеріалів, що матимуть якісні характеристики конкурентної продукції.

З метою забезпечення цієї вимоги щодо якості виробів для текстильної промисловості є характерними три види проведення контролю продукції, а саме вхідний, приймальний та технологічний. Останній з них вважається основним та вимагає найбільшої уваги та фінансових вкладень, внаслідок чого деякими провідними фірмами світу частка витрат на придбання контрольно-вимірювальних засобів доведена до 35% загальних щорічних витрат на купівлю виробничого обладнання, а вартість контрольних операцій сягає 30% собівартості продукції. Це обумовлено необхідністю контролю технологічних режимів, їх характеристик та параметрів на стадії виробництва продукції для прийняття оперативних рішень щодо управління якістю. Вирішення цієї проблеми є доволі складним, оскільки об'єкт контролю характеризується суттєвим різноманіттям параметрів та факторів, які значною мірою відбиваються на якості продукції. Фахівцями нараховуються десятки показників якості, які прямо або опосередковано здійснюють такий вплив. Крім того, неоднозначним є також вибір методу контролю. По-перше, він повинен бути безперервним, тобто неруйнівним. По-друге, забезпечити його проведення безпосередньо в технологічному процесі виготовлення



продукції, що вимагає наявності автоматизованих засобів вимірювання відповідних параметрів контролю. По-третє, слід також враховувати, що контроль повинен проводитися в жорстких умовах дефіциту часу на його проведення, оскільки швидкість текстильного полотна в виробничих процесах сягає 2 м/с, тобто метод має забезпечити реалізацію певних динамічних режимів щодо своєчасного отримання інформації та ліквідації її відставання у часі. В-четверте, окремим важливим питанням є визначення номенклатури визначальних показників якості, які повинні підлягати вимірюванням при технологічному контролі. Якщо деякі з них, зокрема поверхнева густина тканин та лінійна густина нитки, є обов'язковими та безальтернативними і регламентуються нормативними документами, то відбір інших не є тривіальним та потребує спеціальних досліджень щодо визначення найбільш значимих та пріоритетів черговості їх контролю. По-п'яте, суттєвої уваги потребує задача розширення поля отримання інформації щодо структурних властивостей текстильного матеріалу, що пояснюється потенціальною шириною текстильного полотна від 1,1 до 4,4 м.

Розв'язок сукупності перерахованих задач навряд чи можливий без використання сучасних цифрових технологій, зокрема інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем та інтелектуальних технологій отримання та обробки сигналів. Для можливості повноцінного оперативного контролю основних технологічних параметрів виробництва текстильних матеріалів необхідно застосування гнучких комп'ютеризованих систем, які дозволяють їх швидке визначення за декількома інформативними показниками.

Отже, вирішення науково-прикладної проблеми створення методології побудови і практичної реалізації комп'ютеризованих систем безконтактного безперервного контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів на основі використання ультразвукових методів безумовно є актуальним та має суттєве значення для текстильної галузі легкої промисловості.

Актуальність теми дисертації підтверджується також й тим, що вона виконувалась у рамках завдань прикладних науково-дослідницьких робіт Київського національного університету технологій та дизайну: “Створення ультразвукових методів та засобів контролю технологічних параметрів тканин”, номер держреєстрації № 0117U000739, та “Акустичний контроль властивостей трикотажних матеріалів із застосуванням елементів обчислювальної техніки”, номер держреєстрації № 0117U000740, у виконанні якої здобувач брав безпосередню участь, будучи відповідальним виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, та їх достовірність

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Барилка С.В., є досить високою й базується на поглибленому аналізі науково-технічних джерел за даною проблематикою, раціональній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів досліджень, кількісному порівнянні і критичному аналізі отриманих результатів відносно результатів інших дослідників, адекватному формулюванню запропонованих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату для опису і моделювання процесів, які мають місце при вимірюваннях ультразвуковим методом. Отримані результати перевірено проведенням серії експериментів для різних зразків текстильного полотна, що підтвердило правильність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дослідженнях.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановки математичних задач, застосуванням стандартних методів теоретичних і експериментальних досліджень. Отримані результати,

висновки і рекомендації математично аргументовані і є логічними. Математичні методи в роботі обґрунтовані відповідними математичними викладками і підтверджуються співставленням отриманих результатів з експериментальними даними та даними, здобутими з використанням руйнівних методів контролю. Наукові результати здобувача успішно впроваджено у виробничий процес на промисловому підприємстві ПРАТ ТФ "РОЗА".

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне.

Вони полягають в створенні методології побудови комп'ютеризованих систем контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів в процесі виробництва як результату подальшого розвитку теорії розповсюдження ультразвукових хвиль в текстилі та містяться у наступному:

- удосконалено математичні моделі ультразвукового поля в матеріалах із складною структурою, що дозволило обґрунтувати використання як інформативних параметрів сигналу амплітуди, фази та частоти ультразвукових коливань для контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів;

- вперше отримано математичні моделі згасання ультразвукових хвиль в пористих текстильних матеріалах, що дало можливість проводити їх контроль із зміною частоти хвиль в залежності від товщини або поверхневої густини таких матеріалів;

- вперше розроблено безконтактний амплітудний метод контролю натягу ниток та амплітудний ультразвуковий метод контролю поверхневої густини текстильних матеріалів, що дало можливість проводити оперативний моніторинг цих технологічних параметрів із використанням спеціалізованих комп'ютеризованих систем;

- вперше розроблено ультразвуковий амплітудно-фазовий метод

контролю поверхневої густини текстильних матеріалів з врахуванням їх пористості із використанням комп'ютеризованої системи, що дало можливість виключити вплив зміни структури контрольованого матеріалу;

- вперше розроблено безконтактний амплітудно-частотний метод контролю зміни пористості текстильних матеріалів із використанням комп'ютеризованої системи, застосування якого дозволило визначати розмір пор в текстильних матеріалах різного призначення;

- удосконалено ультразвуковий безконтактний метод контролю зміни об'ємної щільності текстильних матеріалів із врахуванням впливу натягу самого полотна, що дозволило додатково визначати зміну товщини текстильних матеріалів із складною структурою.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Отримані в дисертаційній роботі результати дають можливість практично забезпечити оперативний контроль технологічних параметрів текстильних матеріалів на виробництві. Практична цінність роботи полягає у такому:

- запропоновано структурні схеми безконтактних ультразвукових комп'ютеризованих систем контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів в процесі виробництва, що дозволило реалізувати їх на практиці;

- розроблено ультразвукову комп'ютеризовану систему контролю текстильних матеріалів, що дало можливість визначення їх пористості та натягу ниток в технологічному обладнанні для підвищення ефективності його роботи;

- розроблено ультразвукову комп'ютеризовану систему, яка надає можливість оперативного контролю пористості та поверхневої густини

текстильних матеріалів безпосередньо на технологічному обладнанні в процесі виробництва;

- розроблено програмне забезпечення комп'ютеризованих систем контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів, яке надає можливість оброблення отриманих з перетворювачів системи значень сигналу з подальшою їх обробкою та із зберіганням вимірювальної інформації в режимі реального часу в стандартних додатках MS Office;

Результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень знайшли практичне впровадження у навчальному процесі на кафедрі комп'ютерно-інтегрованих технологій та вимірювальної техніки Київського національного університету технологій та дизайну. Також отримані результати досліджень використовувалися при модернізації наявної системи контролю поверхневої густини полотна на ПРАТ ТФ "РОЗА".

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення дисертації опубліковано в 32 наукових працях, з яких 18 є науковими статтями (з них 2 опубліковано у виданнях, які індексовані у наукометричній базі даних **Scopus**, причому одна у виданні, віднесеному до квартилю **Q2**, що прирівнюється до трьох публікацій, а ще одна - у виданні, віднесеному до квартилю **Q3**, що прирівнюється до двох публікацій у фахових виданнях України; 16 – у вітчизняних фахових наукових журналах), 2 - патентами на корисну модель, 1 - колективною монографією, розділ якої прирівнюється до одної статті у фаховому виданні України, а також 11 - тезами доповідей на конференціях.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертації, визначено мету, об'єкт та предмет дослідження. Сформульовано проблему дисертаційного

дослідження, наукові завдання, наведено основні наукові та практичні результати. Відзначено особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертаційної роботи на конференціях, наведено відомості про публікації та структуру роботи.

У **першому** розділі здобувачем проведено огляд наявних і перспективних методів і засобів контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів. Обґрунтовано, що для створення високотехнологічних комп'ютеризованих систем безконтактного контролю параметрів різних текстильних матеріалів необхідно проаналізувати фізичні основи взаємодії ультразвукового випромінювання з різними текстильними матеріалами. Крім того, здійснено вибір напрямку та постановка узагальнених задач досліджень, які спрямовані на створення методології побудови і практичної реалізації комп'ютеризованих систем контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів із використанням ультразвукових безконтактних методів.

У **другому** розділі дисертаційної роботи проаналізовано проходження і відбиття імпульсного ультразвукового сигналу від текстильних матеріалів з різною структурною будовою з врахуванням згасання хвиль. Розглянуто проходження плоскої ультразвукової хвилі крізь контрольований двошаровий текстильний матеріал з наскрізними порами при умові її нормального падіння на нього. Отримано співвідношення амплітуд ультразвукових хвиль, які, по-перше, дають можливість розв'язування задач контролю величин технологічних параметрів текстильного матеріалу в процесі його виробництва при фіксації комп'ютеризованою системою різних параметрів хвиль зондування в залежності від безконтактного методу, що застосовується. По-друге, вони можуть бути використані для розроблення нових безконтактних методів контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів із застосуванням різних типів комп'ютеризованих систем.

Крім того, у розділі проведено дослідження щодо частотного діапазону ультразвукових хвиль, який є найбільш інформативним та який має сенс застосовувати для контролю саме технологічних параметрів текстильних матеріалів з врахуванням їх згасання.

У **третьому** розділі проаналізовано взаємодію ультразвукових хвиль з двошаровими текстильними матеріалами, що можуть покриватися шаром полімерного розплаву та входити до складу композиційного матеріалу. Це, в свою чергу, дозволяє контролювати з прийнятною точністю значення величин технологічних параметрів текстильних матеріалів, які входять до складу текстильних композитів. Одержано залежності різниць амплітудних співвідношень ультразвукових хвиль та їхніх фазових зсувів, які взаємодіють з еталонним та контрольованим текстильними матеріалами з полімерним покриттям, в відповідності до товщини складових шарів матеріалу.

Також у розділі розглянуто процес взаємодії ультразвукових хвиль з текстильними матеріалами в хвилеводі з метою оцінювання можливості визначення їхнього натягу безпосередньо в процесі виробництва.

У **четвертому** розділі дисертаційної роботи розроблено ультразвуковий амплітудний метод для визначення натягу ниток основи та сили прибою ниток утку в процесі ткацтва, що надає можливість проводити оперативний контроль технологічних параметрів різних тканин в процесі їх виробництва.

У розділі також розроблено ультразвуковий амплітудний метод контролю натягу ниток на трикотажних машинах із використанням відповідних пристроїв «прозвучування» текстильного матеріалу та проведено дослідження зміни параметрів ультразвукових хвиль при їхньому повздовжньому проходженні текстильних матеріалів в результаті варіювання значеннями натягу.

У **п'ятому** розділі розроблено безконтактні методи та відповідні варіанти реалізації структурних схем комп'ютеризованих систем контролю

різноманітних технологічних параметрів текстильних матеріалів. Наведено описи принципів дії деяких комп'ютеризованих систем, а саме: комп'ютеризованої системи сканування тканини в процесі виробництва, яка надає можливість оперативного проведення контролю натягу ниток основи та самої тканини із визначенням її поверхневої густини; системи контролю поверхневої густини текстильної волоконної маси та визначення натягу ниток на трикотажних машинах; комп'ютеризованої системи контролю текстильної волоконної маси та текстильних матеріалів з визначенням їхньої поверхневої густини фазовим та амплітудно-фазовим ультразвуковими методами; ультразвукової комп'ютеризованої системи контролю об'ємної щільності текстильного полотна з виключенням впливу зміни натягу матеріалу на технологічному обладнанні в процесі виробництва; ультразвукової комп'ютеризованої системи для контролю зміни пористості текстильних матеріалів.

Основною метою **шостого** розділу є розробка та дослідження експериментальних зразків комп'ютеризованих систем контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів. Запропоновані безконтактні методи та зразки комп'ютеризованих систем контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів експериментально довели можливість оперативного моніторингу параметрів на виробництві. Реалізовано ультразвуковий безконтактний метод контролю пористості та поверхневої густини полотна в діапазоні від 100 г/м^2 до 300 г/м^2 для різних текстильних тканин та трикотажу. Встановлено, що відхилення значень поверхневої густини полотна, отриманих за допомогою запропонованого безконтактного методу, відносно значень параметру, отриманих із використанням стандартного методу, знаходяться в межах діапазону від 0,15% до 6%, а безперервний контроль поверхневої густини із застосуванням ультразвукового безконтактного методу є доцільним на виробництві та забезпечує прийнятні за точністю результати. Також проведено безконтактне

визначення натягу нитки з лінійною густиною 445 текс в діапазоні від 19,6 сН до 98 сН. Запропоновано розроблений безконтактний метод визначення зміни натягу трикотажного полотна в межах від 0 до 26 Н в окремих його зонах.

Висновки до розділів та за результатами роботи в цілому сформульовано логічно і достатньо чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел досить повний і охоплює сучасні вітчизняні та закордонні публікації із 428 найменувань.

Відповідність автореферату дисертації

Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації й повною мірою відображає основні завдання, наукову новизну, практичне значення, висвітлює всі отримані результати, висновки та запропоновані рекомендації.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. Відомо, що наразі найбільш поширеними на практиці є оптоелектронні комп'ютеризовані системи безконтактного оперативного контролю технологічних параметрів у процесі виробництва текстильного полотна. Це обґрунтовано пояснюється низькою залежністю методу від впливу параметрів середовища, швидкодією проведення контролю внаслідок використання сучасних перетворювачів, які функціонують відповідно до встановленого зв'язку величини оптичного пропускання тканин й зміни їх структурних параметрів, та застосування паралельних обчислень і розподіленої обробки отриманих даних на окремих ядрах багатоядерних відеопроекторів. В той самий час параметри навколишнього середовища, а саме температура, відносна вологість тощо, суттєво спотворюють результати ультразвукових вимірювань методом, який обрано для своїх досліджень здобувачем, та потребують додаткових вимірювань і коригувань. Тому

виникає питання щодо недостатньо переконливого обґрунтування обрання цього методу неруйнівного контролю для подальших досліджень в порівнянні із вказаним;

2. В дослідженні чітко не окреслено межі, в рамках яких можуть бути адекватно використані теоретичні надбання дисертанта. Наприклад, чи є наявними певні особливості контролю тканого та нетканого текстильного полотна, в якому елементи структури скріплено не переплетінням, а іншими способами? Чи спостерігається критична залежність від волокнистого складу тканин, зокрема бавовняних, лляних, вовняних і шовкових? На мою думку, дисертанту слід було приділити цьому більше уваги;

3. В дисертаційній роботі здобувача обґрунтовано не доведено та відсутні посилання на дослідження інших науковців щодо саме зазначеного ним вибору серед багатьох можливих інших переліку технологічних показників якості, що підлягають контролю, зокрема поверхневої густини полотна, пористості та натягу ниток. Треба було навести хоча би неповний їх перелік із визначенням найбільш значущих;

4. При створенні математичних моделей в розділі 2 з невідомих причин відсутні посилання як на свої роботи, так і на теоретичні напрацювання попередників, що не є допустимим. Крім того, потребує пояснень перехід від виразу (2.40) до виразу (2.41), де обчислено невласні інтеграли 1-го роду від функцій комплексних аргументів. Як здобувачу вдалося аналітично обчислити ці інтеграли, адже це не є тривіальним?

5. В розділі 2 також відсутня інформація щодо прийнятих здобувачем припущень при отриманні математичних моделей, що не дозволяє повною мірою зрозуміти ступінь ідеалізації фізичних процесів;

6. Чи була проведена верифікація математичної моделі, що було використано здобувачем як основну для подальших теоретичних побудов. Яка її точність?

7. Чи розглядалась можливість використання у дослідженнях чисельного моделювання взаємодії ультразвукових хвиль з текстильним матеріалом, яке значно більш наближено до реалій внаслідок меншої ідеалізації фізичних процесів. Тим більш, що наразі відомими широкому загалу є імітаційні моделі структури волокнистого текстильного матеріалу, в тому числі й пористого. Чому перевагу було віддано аналітичним математичним моделям?

8. В роботі не проведено досліджень хоча би оціночного характеру щодо впливу на теоретичні здобутки дисертанта можливої локальної неоднорідності структури текстильного матеріалу;

9. На сторінці 103 дисертації міститься текст, в якому стверджується, що «дійсну частину комплексного представлення тиску у хвилі можна виміряти». Чи впевнений дисертант у правильності свого твердження?

Відзначені зауваження не ставлять під сумнів основні наукові та практичні результати і суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Барилка Сергія Віталійовича представляє собою завершене актуальне наукове дослідження. В роботі отримано нові науково-обґрунтовані результати, які дозволяють розвинути безконтактні методи та моделі побудови комп'ютеризованих систем оперативного контролю технологічних параметрів текстильних матеріалів в процесі їх виробництва.

Вважаю, що докторська дисертація **Барилка Сергія Віталійовича** за актуальністю теми, ступенем обґрунтованості наукових положень, рівнем апробації та публікацій, науковою новизною та практичною цінністю отриманих результатів відповідає вимогам, що висуваються до докторських дисертацій згідно п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів»,

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а сам автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 - комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,
професор кафедри приладобудування,
мехатроніки та комп'ютеризованих
технологій Черкаського державного
технологічного університету,
доктор технічних наук, професор



В.Я. Гальченко