

В спеціалізовану вчену раду
Д 64.050.09 у Національному технічному університеті
«Харківський політехнічний інститут»

ВІДГУК

офіційного опонента Защепкіної Наталії Миколаївни на дисертаційну
роботу Плеснецова Сергія Юрійовича
**«Розвиток методів та засобів для електромагнітно-акустичного
контролю стрижневих, трубчастих та листових металовиробів»,**
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі
спеціальності 05.11.13 - прилади і методи контролю та визначення складу
речовин

1. Актуальність теми дисертації

У скрутних економічних умовах вимоги часу диктують необхідність прийняття нестандартних ефективних рішень, застосування найкращого передового досвіду, обладнання, технологій для здійснення прориву

Актуальність роботи Плеснецова Сергія Юрійовича пов'язана з вдосконаленням принципу реалізації збудження ультразвукових імпульсів безконтактними перетворювачами електромагнітно-акустичного типу. Саме безконтактні методи ультразвуково контролю є найбільш перспективними в наш час. Застосування електромагнітно-акустичного безконтактного методу та перетворювачів, що його реалізують, дозволить зекономити час та матеріали у порівнянні з іншими методами ультразвукового контролю, що потребують попередньої обробки поверхні виробу, застосування контактної рідини тощо. Але, зважаючи на недоліки того чи іншого методу контролю, актуальним та перспективним є проведення комплексних досліджень, спрямованих на пошук технічних рішень по створенню ефективних електромагнітно-акустичних перетворювачів, які здатні працювати як в режимі збудження високочастотних ультразвукових коливань, так і в режимі їх прийому.

Дисертаційна робота була виконана при безпосередній участі здобувача в рамках наступних науково-дослідних робіт НТУ «ХПІ»: ДР № 0117U004881 (НТУ «ХПІ», 2017–2018 рр.) «Удосконалення технічних систем та пристроїв за рахунок імпульсних електромеханічних перетворювачів та електрофізичних технологій» (здобувач – виконавець окремих розділів); договір №52/234-2019 від 15.01.2019 «Розвиток основ створення методів та засобів для електромагнітно-акустичного контролю стрижневих, трубчастих та листових металовиробів», установа-партнер «Automotive Solution Company» SRL (Румунія) (здобувач – виконавець окремих розділів).

Отже, враховуючи вищеописане, розвиток теоретичних положень та засобів для збудження високочастотних ультразвукових імпульсів електромагнітно-акустичними перетворювачами з підвищеною чутливістю є актуальним.

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

Одержані результати і положення дисертації забезпечено методологічною обґрунтованістю її вихідних позицій, достатньою кількістю теоретичного й емпіричного матеріалу; застосуванням методів дослідження, адекватних меті і завданням; результатами експериментальних досліджень та кількісним і якісним аналізом отриманих даних.

Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату, фізичних явищ, які мають місце при випромінюванні та поширенні ультразвукових хвиль в електропровідних виробах. Отримані результати теоретичних викладок перевірені експериментально на розробленому макеті приладу із застосуванням сучасних схмотехнічних рішень і мікропроцесорної техніки для збудження ультразвукових імпульсів електромагнітно-акустичним перетворювачем, що також підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

3. Достовірність результатів досліджень

Отримані в результаті проведених досліджень теоретичні положення, сформульовані висновки і рекомендації в достатній мірі обґрунтовані шляхом аналізу і порівняння з аналогами світового рівня, а також використання на кожному етапі наукових пошуків сучасних математико-статистичних методів, а їх достовірність підтверджується масштабними експериментальними та виробничими випробуваннями та впровадженням результатів роботи.

4. Основні наукові результати дисертації

Основні наукові результати дисертації:

1. Вперше розроблено математичну модель електромагнітно-акустичного перетворення електромагнітної енергії в акустичну переважно для феромагнітних металів, що містить пов'язані між собою хвильове рівняння, рівняння Максвелла і узагальнений закон Ома в диференціальній формі. У математичній моделі комплексно враховані характеристики електромагнітно-акустичного перетворювача, параметри збуджуваних сигналів і властивості досліджуваного матеріалу. На підставі встановлених зв'язків сформульовані концептуальні підходи щодо вирішення завдання конструювання ЕМА перетворювачів для

збудження і прийому ультразвукових коливань. Це надає можливість точного розрахунку параметрів ЕМА-перетворювача для його подальшого технічного проектування.

2. Вперше проведено математичне моделювання прохідного електромагнітно-акустичного перетворювача для збудження крутильних недиспергуючих пружних коливань в трубчатоподібних феромагнітних виробих з урахуванням характеристик перетворювача, властивостей об'єкта досліджень і взаємного розташування ЕМАП і виробу. Показана необхідність поетапного знаходження взаємопов'язаних електромагнітних полів в різних областях моделі ЕМАП з урахуванням всіх факторів, що впливають на конструкцію прохідного перетворювача. Знайдено рішення загального диференціального рівняння шляхом визначення значень електромагнітних полів в області між котушкою збудження перетворювача і трубчастим виробом. Визначена хвильова характеристика джерела змінного магнітного поля ЕМАП. У сукупності отримані результати надають можливість розрахунку параметрів збуджуваного сигналу та електромагнітного поля, що збуджує сигнал, а також дозволяють розробляти конструктивні рішення перетворювачів.

3. Вперше знайдено рішення диференціального рівняння вимушених крутильних коливань в електропровідному феромагнітному стрижні (трубці), попередньо намагніченому в окружному напрямку, у вигляді виразу для лінійної щільності зовнішніх моментів, що крутять. Отримано вираз для розрахунку амплітуд кутів поворотів поперечних перерізів у фронті недиспергуючої крутильної хвилі, що розповсюджується, через абсолютну чутливість, коефіцієнт інтерференційних втрат і коефіцієнт втрат ефективності збудження крутильних хвиль, обумовлений вихровими струмами (скін-ефектом). Вираз враховує повний набір геометричних і фізико-механічних властивостей матеріалу полого феромагнітного стрижня, котушок і центрального провідника електричного струму, що дозволяє проектувати електромеханічні перетворювачі з урахуванням особливостей контрольованого матеріалу. Показано можливість налаштування системи для компенсації впливу зміни фізико-механічних властивостей металу шляхом регулювання частоти високочастотного струму.

4. Вперше розроблено фізико-математичну модель прохідного електромагнітно-акустичного перетворювача для збудження (прийому) крутильних недиспергуючих пружних коливань. Основу моделі складають дві зустрічно включених за магнітним полем котушки і джерело магнітного поля у вигляді провідника зі струмом. У розробленій моделі враховано вплив геометричних розмірів котушок перетворювача і виробу, їх взаємного розташування, а також фізико-механічних характеристик матеріалу досліджуваного металовиробу. Така модель є інструментом в розрахунку конструктивних параметрів ЕМА-перетворювачів, в особливості – геометричних параметрів котушок перетворювачів.

5. Вперше показано, що основний внесок у фізичне перетворення вносять пондеромоторні сили електромагнітного поля і сили Джоуля, які відповідають

пружним деформаціям, що виникають в результаті прояву прямого магнітострикційного ефекту в мікротовщинному шарі феромагнітного металу. Встановлено, що при оптимальному виборі величини постійного поля підмагнічування, сили Джоуля практично на чотири порядки перевершують пондеромоторні сили, створювані електромагнітним полем.

При цьому обернено пропорційний зв'язок частоти електромагнітного поля і товщини скін-шару феромагнітного матеріалу, в якому відбувається перетворення, дозволяє здійснювати пошаровий контроль і визначати фізичні і пружні властивості матеріалу шляхом зміни частоти струму, що живить сенсор.

Отримані дані дозволяють спрощувати розрахункові вирази при оцінці параметрів перетворювача.

6. Встановлено, що радіально орієнтовані сили Джоуля в аксіально намагніченому тонкому поверхневому шарі феромагнетика на частотах порядку 1 МГц практично в 30 разів перевершують аксіально орієнтовані сили, тобто є домінуючими при формуванні ультразвукових високочастотних коливань. Ці дані дозволяють спрощувати розрахункові вирази при проектуванні перетворювачів для дослідження трубчастих та круглих у перерізі металовиробів, які можуть бути досліджені крутильними хвилями.

7. Вперше оцінено збільшення механічної жорсткості попередньо намагніченого феромагнетика за рахунок пов'язаної дії сил пружності і сил магнітної взаємодії між полюсами доменів у деформуемому тонкому шарі феромагнетика (ΔE -ефект). Визначено межі, при яких ΔE -ефект можна не враховувати в практичних розрахунках. На підставі оцінок числових значень ΔE -ефекту запропоновано метод послідовних наближень для розв'язання граничної задачі про перетворення високочастотного електромагнітного поля в поле пружних хвиль в мікротовщинних шарах металів феромагнітної групи. Це дозволяє використовувати ЕМА-метод у твердометрії.

8. Вперше створено алгоритми перетворення сигналів, які реалізуються в процесі прийому (реєстрації) ультразвукових хвиль в металах електромагнітним способом. Доведено теореми про наведений магнітний потік для металів неферомагнітної групи і феромагнетиків. На підставі цих теорем побудовані математичні моделі процесів реєстрації ультразвукових хвиль електромагнітним способом. Це відкриває можливість алгоритмізації та спрощення задач візуалізації і аналізу сигналу, отриманого ЕМА-методом.

9. Вперше визначена роль внутрішнього магнітного поля в процесі формування рівня електричного сигналу на виході перетворювача-приймача ультразвукових хвиль.

Показано, що ігнорування факту існування внутрішнього магнітного поля може привести до підвищеної (в десятки разів) оцінки рівня вихідного електричного сигналу перетворювача електромагнітного типу.

Сукупність викладених принципів і методів становить теоретичну основу розрахунку перетворювачів електромагнітного типу в режимах збудження і прийому ультразвукових хвиль у феромагнітних металах і в металах

неферромагнітної групи.

5. Цінність дисертаційної роботи для науки

За допомогою наукових положень та практичних рішень, які розроблені здобувачем при виконанні дисертаційної роботи, підвищується чутливість електромагнітно-акустичних перетворювачів при збудженні ультразвукових імпульсів за рахунок збільшення амплітуди збуджуваних ультразвукових сигналів, тобто відбувається збільшення відношення амплітуд корисного сигналу до завад. Результатом цього є підвищення якості продукції, що випускається та експлуатується. Крім того, суттєво зменшуються витрати на проведення ультразвукового контролю.

6. Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання

Дисертація Плєснецова С.Ю. має науково-практичне значення, а саме:

1. Реалізовано теоретичну модель, яка дозволяє виконувати розрахунки параметрів і характеристик електромагнітно-акустичних перетворювачів суміщеного та роздільного типу.

2. Розроблено, виготовлено та випробувано стендові макети електромагнітно-акустичних перетворювачів, що практично реалізують теоретичну модель та доводять її ефективність.

3. Розроблено електромагнітно-акустичні перетворювачі для контролю різних зразків в межах сортаментів стрижневих, трубчастих та листових металовиробів для різних типів та етапів виробництва та експлуатації з використанням контролю крутильними хвилями, хвилями Релея та Лемба на поверхні та всередині об'єктів контролю.

4. Створено методики контролю з застосуванням розроблених перетворювачів та практичні рекомендації з їх використання: спосіб ультразвукового контролю твердості металу протяжного виробу хвилями Релея; спосіб ультразвукового контролю пружних характеристик металу тонкостінних виробів хвилями Лемба; спосіб ультразвукового електромагнітно-акустичного контролю протяжних трубчатих ферромагнітних металовиробів з складною формою перерізу; спосіб поточного ультразвукового контролю луна-методом; спосіб ультразвукового контролю твердості металовиробу; спосіб визначення коефіцієнта Пуассона матеріалу ферромагнітних електропровідних виробів ультразвуковим електромагнітно-акустичним методом; спосіб імпульсного ультразвукового електромагнітно-акустичного контролю прокатаних ферромагнітних виробів; спосіб ультразвукового контролю якості скріплення діелектричного покриття з поверхневим прошарком металовиробу; спосіб безконтактного збудження коротких імпульсів ультразвукових хвиль Релея;

спосіб високочутливого безконтактного ультразвукового виявлення тріщин поверхневого шару металовиробів; спосіб імпульсного ультразвукового електромагнітно-акустичного контролю феромагнітних виробів з значною площею поверхні; спосіб імпульсного продуктивного ультразвукового контролю довгих феромагнітних виробів.

5. Розроблено та впроваджено технічні рішення, спрямовані на використання електромагнітно-акустичного методу у виробництві: роздільно-поєднаний електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю імпульсами хвиль Релея та Лемба; ультразвуковий роздільно-поєднаний електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю феромагнітних металовиробів; електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю трубчатих неферомагнітних металовиробів з перетином у вигляді кола; комбінований електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю імпульсами ультразвукових поверхневих хвиль; суміщений електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю металовиробів імпульсами ультразвукових поверхневих хвиль; суміщений електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю металовиробів імпульсами високочастотних ультразвукових хвиль; роздільно-поєднаний ультразвуковий перетворювач електромагнітного типу для контролю імпульсами хвиль Релея; роздільно-поєднаний електромагнітно-акустичний перетворювач для ультразвукового контролю імпульсами поверхневих хвиль; пристрій для електромагнітно-акустичного збудження імпульсних ультразвукових коливань; роздільно-поєднаний безконтактний ультразвуковий перетворювач для контролю імпульсами поверхневих хвиль; роздільно-поєднаний безконтактний ультразвуковий перетворювач для контролю імпульсами поверхневих хвиль; пристрій для установки автоматичного ультразвукового безконтактного контролю протяжних феромагнітних металовиробів; комбінований роздільно-поєднаний електромагнітно-акустичний перетворювач для неруйнівного ультразвукового контролю.

Результати дисертаційної роботи було використано: «Automotive Solution Company» SRL, Румунія – для контролю стрижневих, трубчастих і листових металовиробів ЕМА-методом в інтервалі товщин 7–25 мм на етапі підготовки до виробництва і для контролю готової продукції – застосування впроваджених методів забезпечило зниження рівню браку (акт впровадження від 17.01.2019); ТОВ «Харківський електромашинобудівний завод», Україна – для контролю електромагнітно-акустичним методом якості стрижневих та трубчастих металовиробів, призначених для виготовлення генераторів, трансформаторів та електродвигунів на етапі підготовки до виробництва і контролю готової продукції – застосування впроваджених методів забезпечило зниження рівня браку (акт впровадження від 07.07.2020 р).

Результати дисертаційної роботи використано у навчальному процесі на кафедрі комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики НТУ «ХПІ» у лекційному курсі «Безконтактні ультразвукові методи і засоби

вимірювань, контролю та діагностики».

7. Повнота викладення результатів в опублікованих працях

Результати досліджень та розробок опубліковано в 72 наукових працях, з них 27 статей у фахових виданнях МОН України, 9 статей у виданнях, що включені до НМБ SCOPUS та 5 включено до НМБ Web of Science Core Collection, у т.ч. 2 зарубіжні статті, що включені до НМБ SCOPUS; 18 тез доповідей науково-технічних конференцій; 1 патент на винахід та 25 патентів на корисну модель.

У цілому рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів досліджень Плєснецовим С.Ю. на конференціях повністю відповідають встановленим вимогам.

8. Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота, що розглядається, включає анотацію двома мовами, вступ, 4 розділи, загальні висновки, список використаних інформаційних джерел і додатки. Повний об'єм дисертації складає 327 сторінок, 149 рисунків та 2 таблиці за текстом, список використаних джерел з 326 найменувань на 37 сторінках; 2 додатки на 14 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційних досліджень, сформульовано мету та задачі, викладено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів досліджень, їх апробацію та публікацію.

У **першому розділі** виконано дослідження сучасних тенденцій та досягнень в дослідженнях вітчизняних та зарубіжних вчених в області безконтактного ультразвукового контролю і перспективності застосування електромагнітно-акустичних перетворювачів.

За результатами проведеного аналізу літературних джерел визначена актуальність застосування електромагнітно-акустичних перетворювачів в галузі неруйнівного контролю, сформульовані основні напрямки виконання дисертаційного дослідження.

Другий розділ присвячено розробці теорії електромагнітно-акустичних перетворювачів у режимі збудження та прийому ультразвукових хвиль і визначенням факторів, які впливають на чутливість таких перетворювачів, дослідженню можливостей підвищення їх чутливості.

Розроблено фізико-математичну модель електромагнітно-акустичного перетворювача, наведено залежності для визначення характеристик перетворювачів, які дозволяють враховувати геометричні та фізико-хімічні параметри об'єкту контролю для режимів збудження та прийому ультразвукових хвиль для випадків крутильних коливань, хвиль Релея та Лемба для металовиробів стрижневої, трубчастої та листової форми.

Наведено ланцюги розрахунків, що описують процес обчислення параметрів передавальних функцій для перетворювачів, та доводять можливість підсилення сигналу (і, таким чином, підвищення чутливості) за рахунок розміщення котушок перетворювача у відповідності до довжини хвилі та параметрів металовиробу. Наведено також розрахункові залежності для визначення втрат від пондеромоторних сил, сили Лоренца тощо.

У третьому розділі розглянута реалізація електромагнітно-акустичного способу ультразвукового неруйнівного контролю. Розділ присвячено експериментальним дослідженням.

Наведені дослідження спрямовані на перевірку та уточнення теоретичної бази, наведеної у другому розділі. В розділі описуються схеми розроблених експериментальних макетів, наводяться результати моделювання процесу збудження ультразвукових коливань в об'єкті контролю, конструкції перетворювачів для збудження та прийому хвиль різного типу.

Описано стенди для збудження і прийому поверхневих ультразвукових імпульсів електромагнітно-акустичним способом для трубчастих виробів широкого сортаменту, стрижневих виробів, включаючи голівки рейок, та листових металовиробів, а також пов'язані схемотехнічні рішення. Визначено смугу частот, на якій досягається максимальне значення амплітуди корисного сигналу.

Показано, що відношення корисного сигналу до завад може досягати 39,7 разів. В розділі показано доцільні чисельні значення кількості блоків для збудження та прийому, доведено ефективність мінімізації ширини секцій при збудженні та прийомі, наведено графічні співставлення, амплітудно-частотну характеристику та інші отримані експериментальні дані та показано відповідність теоретичних даних експериментальним.

У четвертому розділі наведено результати розробки технічних рішень та засобів для контролю феромагнітної та неферомагнітної металопродукції для сортаменту виробів листової, стрижневої та трубчастої форми, в тому числі для залізничних рейок.

Наведено ряд захищених патентами рішень: метод та електромагнітно-акустичний перетворювач для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів з використанням імпульсів хвиль Релея, електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю трубчастих неферомагнітних металовиробів з перетином у вигляді кола, метод ультразвукового електромагнітно-акустичного контролю феромагнітних металовиробів зі складною формою перетину з невеликим розміром, суміщений електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю металовиробів імпульсами ультразвукових поверхневих хвиль, метод безконтактного ультразвукового ЕМА контролю металічних виробів імпульсами поверхневих хвиль, метод ультразвукового контролю пружних характеристик металу тонкостінних виробів імпульсами хвиль Лемба та інші.

Для розроблених засобів дефектоскопії та способів контролю наведено технічні характеристики, конструктивні схеми та області використання.

Висновки стисло та логічно відображають основні наукові результати проведених теоретичних та експериментальних практичних досліджень, їх значимість.

У **додатках** наведено список опублікованих праць за темою дисертації, лістинг програми для генератора та акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Список використаних джерел охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації з 326 найменувань і є достатньо повним для відображення використаних в роботі сторонніх та власних джерел.

Оформлення дисертаційної роботи та автореферату в цілому відповідає встановленим вимогам.

Дисертацію та автореферат написано достатньо грамотною українською мовою.

Використана в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних та експериментальних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує їх доступне сприйняття та застосування.

Матеріали автореферату відображають основний зміст дисертації та достатньо повно розкривають внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи.

Розглянута дисертаційна робота не містить матеріалів, які були використані в кандидатській дисертації здобувача.

Дисертаційна робота Плєснецова С.Ю. є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка виконана здобувачем особисто.

Ознак порушення академічної доброчесності не виявлено.

9. Зауваження

По суті дисертаційної роботи та автореферату можна зробити наступні зауваження:

1. На мій погляд тема дисертаційної роботи повинна звучати як «Розвиток наукових основ електромагнітно-акустичного контролю стрижневих, трубчастих та листових металовиробів», що більш відповідає обсягу теоретичних та практичних досліджень, зроблених в роботі.
2. На мою думку мета роботи – просто розвиток положень, методів і засобів для електромагнітно-акустичного збудження та прийому ультразвукових хвиль, які забезпечують підвищену чутливість при дослідженні стрижневих, трубчастих та листових виробів. А моделювання – це всього лише етап.
3. В методах досліджень (стор. 12) слід прибрати слово «аналітичної». Побудова теоретичної моделі включає цей етап.
4. В огляді до роботи (Розділ 1) недостатньо висвітлені традиційні методи

ультразвукового контролю металовиробів. В той же час занадто висвітлені деякі методи, що мають лише часткове відношення до електромагнітно-акустичного контролю.

5. Наукова новизна, на мою думку, полягає в розвитку наукових основ електромагнітно-акустичного контролю шляхом вдосконалення методів та засобів його проведення для стрижневих, трубчастих та листових металовиробів.
6. У «вступі» (стор.6) та в «обґрунтуванні вибору теми дослідження» (стор. 8) абсолютно однаковий текст, не зрозуміло, що хотів сказати автор.
7. Доцільно було б додати в роботі перелік умовних скорочень, що спростило б читання роботи.
8. Істотна частина розділу 2 присвячується порівнянню існуючих теоретичних досліджень. Ця частина могла б бути скорочена або частина їх перенесена в розділ 1.
9. На деяких графіках в розділі 2 не наведена розмірність.
10. Доцільно було б конкретно показати яким чином виконується безпосередній розрахунок параметрів перетворювачів, опис яких наведений у розділах 3 та 4.
11. Слід було б більш широко висвітити зв'язок модельних та теоретичних досліджень з експериментальними результатами, що наведені в розділі 3 та з розробками розділу 4.
12. В роботі не вказано, яким чином отримані поля вірогідності, наведені на експериментальних графіках у розділі 3.
13. Не зовсім зрозуміло, як схему макету приладу зробити портативною.
14. В роботі не вказано яким чином були повірені прилади, на яких проводились дослідження.
15. Говорячи про контроль, потрібно навести точність вимірювань, надати аналіз похибок вимірювання.
16. В авторефераті недостатньо описані розділи 1 та 4.
17. В дисертації та авторефераті є деякі неточності при виконанні рисунків, наприклад, рис. 3-6 автореферату та рис. 2.3-2.6, 4.4, 4.28, 4.26 дисертації.
18. В окремих формулах порушується форматування та система індексації.
19. У ряді місць є зауваження стосовно стилю викладення матеріалу. Також в роботі зустрічаються помилки орфографічного, синтаксичного та редакційного характеру.

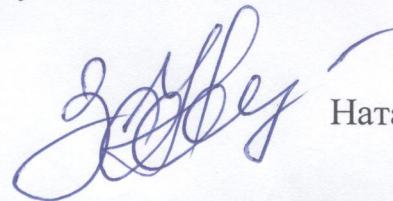
Наведені зауваження не є принциповими і не знижують позитивної оцінки дисертаційної роботи.

10. Загальний висновок за дисертацією

Дисертаційна робота Плєснецова Сергія Юрійовича «Розвиток методів та засобів для електромагнітно-акустичного контролю стрижневих, трубчастих та

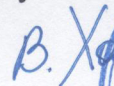
листових металовиробів», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин, за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин. Дисертація за змістом та оформленням відповідає вимогам п.п. 9, 10 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 №567 (зі змінами), а здобувач, Плеснецов С.Ю., заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Офіційний опонент професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» доктор технічних наук, професор



Наталія ЗАЩЕПКІНА

Вчений секретар Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»



Валерія ХОЛЯВКО



Відомо надійшов «01» грудня 2014 р.
Вчений секретар спец. ради

