

ВІДГУК

офіційного опонента

професора кафедри інформаційно-вимірювальних технологій,
Національного технічного університету України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

доктора технічних наук, доцента Єременка Володимира Станіславовича
на дисертаційну роботу **Стенніка Олексія Юрійовича**

**«Розробка та дослідження диференційних кондуктометричних комірок
Джонса із розрахунковою константою»**

подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
галузі знань 15 – "Автоматизація та приладобудування"

Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Стенніка Олексія Юрійовича «Розробка та дослідження диференційних кондуктометричних комірок Джонса із розрахунковою константою» присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання, яке полягає у розробленні принципів побудови, створенні та дослідженні первинних двоелектродних кондуктометричних комірок Джонса з розрахунковою константою нової, більш простої конструкції, результати вимірювань яких враховують основні складові похибки та забезпечують мінімальний рівень невизначеності.

Розв'язання цього завдання дозволить забезпечити відтворення, збереження та передачу одиниці електролітичної провідності рідини від державного первинного еталона одиниці електролітичної провідності рідини ЗВТ кондуктометричного принципу дії для метрологічного забезпечення кондуктометричних вимірювань на найвищому рівні в Україні.

Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами

Результати дисертації пов'язані з науковими дослідженнями Інституту електродинаміки НАН України згідно з планами фундаментальних та прикладних НДР, зокрема: фундаментальної НДР «Розвиток наукових основ підвищення точності кондуктометричних вимірювань з еталонними двохелектродними комірками», № ДР 0119U001281 та науково-технічного проєкту «Розробка та дослідження кондуктометричної диференційної комірки Джонса для державного еталона одиниці електролітичної провідності рідин» виконаного відповідно до результатів загальноакадемічного конкурсу науково-технічних проєктів та розпорядження Президії НАН України № 31 від 20.01.2021 та договору про співпрацю між ІЕД НАНУ та ДП «Укрметртестстандарт» № 0121U107965.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій

Наукові положення дисертації, сформульовані здобувачем є достатньо обґрунтованими. Це забезпечується логічною побудовою проведеного дослідження, послідовним переходом від аналітики до удосконалення методів, розрахунків, технологій, на основі яких будуються моделі та конструкції кондуктометричних комірок Джонса із розрахунковою константою. Висновки та рекомендації дисертації логічно витікають зі змісту проведеного дослідження, відповідають поставленій меті та задачам, а рекомендації щодо практичного використання результатів є достатньо аргументованими з позиції спеціальності 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка.

Достовірність одержаних наукових результатів

Достовірність основних наукових результатів дисертаційної роботи підтверджується наведеною в розділах 2, 3, 4 і 5 системою формальних методик, розрахунків і перетворень, що не містить принципових помилок, а також рядом прикладів. Отримані результати використані при створенні нових конструкцій кондуктометричних комірок Джонса і дослідження їх метрологічних характеристик.

Наукова новизна отриманих результатів

На мою думку, наукова новизна дисертаційної роботи має достатньо коректне і чітке формулювання. До основних наукових результатів роботи відносяться:

1. вперше розроблено фізичні та комп'ютерні моделі стовпа рідини найпоширенішої конструкції диференційної кондуктометричної комірки Джонса зі знімною центральною подовжувальною трубкою, що дало змогу оцінити похибки вимірювання, зумовлені нерівністю діаметрів секцій і їх радіальними зсувами у національних еталонах одиниці електролітичної провідності рідин;
2. вперше розроблено фізичні, математичні та комп'ютерні моделі первинної диференційної кондуктометричної комірки, які дають змогу коректувати результати вимірювання опору комірки за наявності нерівномірного розподілу густини струму всередині стовпа рідини, зумовленого отворами в бічній поверхні або в її електродах;
3. набув подальшого розвитку диференційний метод вимірювання електролітичної провідності рідини, що передбачає виконання додаткового вимірювання опору із третьою кондуктометричною коміркою з таким самим діаметром, але іншою довжиною або третім положенням поршня у випадку застосування комірки поршневого типу;

4. набув подальшого розвитку підхід до вибору робочої частоти при виконанні кондуктометричних вимірювань, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на використанні характерних частот у частотних залежностях параметрів імпедансу та забезпечує мінімізацію впливу поляризаційного імпедансу.

Рівень наукової новизни, представлений у роботі є достатнім для дисертації рівня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Значення результатів роботи для практики

Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає у створенні нової конструкції первинної диференційної кондуктометричної комірки Джонса з розрахунковою константою, що дає змогу здійснювати періодичне визначення геометричних параметрів комірки, що забезпечує простежуваність одиниці довжини — метра — константи комірки. Розроблено та експериментально перевірено методику внесення поправок до результатів вимірювання опору кондуктометричних комірок, зумовлених нерівномірністю густини розподілу струму всередині комірок. Розроблено та експериментально перевірено методику розрахунку константи комірки й оцінювання невизначеності за результатами геометричних вимірювань. Створено програмне забезпечення для сполучення імпедансметра МНС 1100, що входить до складу державного первинного еталона одиниці електролітичної провідності рідин ДЕТУ 05-02-04, із ПЕОМ для збереження, оброблення та візуалізації результатів вимірювань.

Практична цінність роботи підтверджена актами впровадження в ДП «Укрметртестстандарт».

Оцінка структури та змісту дисертації

Дисертаційна робота Стенніка О.Ю. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і восьми додатків. Повний обсяг дисертації – 235 сторінок, з яких 176 сторінок основного тексту.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрито сутність і стан науково-технічної проблеми, що досліджується, наведено обґрунтування доцільності проведення досліджень, відображено зв'язок роботи з науковими програмами та планами НДР Інституту електродинаміки НАН України, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача, наведено список власних публікацій та результати апробації за матеріалами дисертації.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану існуючих методів відтворення одиниці електролітичної провідності рідин та перспектив розвитку

кондуктометричних комірок з розрахунковою константою. Акцентується увага на необхідність вдосконалення моделей, методів побудови та конструкцій еталонних комірок із розрахунковою константою.

Другий розділ присвячено моделюванню методичних похибок, що виникають від порушення ідеального профілю стовпа рідини та рівномірності силових ліній поля в середині комірок. Обґрунтовано концепцію гібридної кондуктометричної комірки з отворами різного типу, для якої за певних геометричних параметрів зсув опору може бути практично нульовим.

У третьому розділі розглянуто методи дослідження параметрів імпедансу кондуктометричних комірок і методи вдосконалення підходів до вимірювання електролітичної провідності. Наведені результати досліджень частотних імпедансу комірки. Визначено оптимальний робочого діапазону з мінімальною частотною похибкою, а також значення робочої частоти.

Четвертий розділ присвячено експериментальним дослідженням розроблених первинних диференційних кондуктометричних комірок нового типу та перевірці їх метрологічних характеристик. Наведено результати порівняльного аналізу нестабільності вимірювання опору комірки, заповненої досліджуваним розчином, і однозначної міри електричного опору.

П'ятий розділ присвячено присвячений конструктивним особливостям розроблених диференційних кондуктометричних комірок, їх метрологічним характеристикам та розрахункам константи. Детально розглядаються конструкції комірок та технології їх виготовлення. Представлено розроблені методи вимірювання та оцінювання невизначеності геометричних параметрів, які дають змогу визначати розрахункові константи комірок із найвищою в Україні точністю.

Відповідність технічного та стильового оформлення встановленим вимогам

Дисертаційна робота відповідає вимогам наукового стилю та загальноприйнятим нормам української мови. Текст роботи написано зрозуміло, з коректним використанням технічної і наукової термінології. Робота оформлена з дотриманням до дисертаційних робіт затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40.

Повнота оприлюднення результатів роботи в публікаціях та ступінь апробації

Основні результати дисертації Стенніка О.Ю. достатньо повно викладені у 6 статтях, з яких 1 стання у фаховому виданні України категорії А, 2 статті у фахових виданнях категорії Б, 3 статті у виданнях включених до науково-метричної бази SCOPUS, одному патенті на корисну модель та 5 матеріалах науково-технічних конференцій.

Зауваження та дискусійні питання

1. Підрозділи 1.1 , 3.1.1. та перший пункт висновків по роботі містять загальновідому інформацію.
2. У другому розділі (с. 77) вказується «...ці параметри відповідають вбудованій системі налаштування «extremaly fine», яка забезпечує найточніший обрахунок моделі», але точність моделювання не вказується.
3. Незрозуміло навіщо зроблено перехід від випадкової похибки, що вносить радіальний зсув до невизначеності типу В, обумовлену радіальним зсувом. Також не зрозуміло, чому ця похибка має гауссівський закон розподілу, а невизначеність рівномірний.
4. В розділі 4.1 порівнюються миттєві значення флуктуацій опору, але вони є випадковими величинами, тому доцільно порівнювати осереднені характеристики – мат. сподівання, скв, моменти.
5. Робити висновок про узгодженість результатів вимірювань ЕПР з використанням спроектованих конструкцій ДКК Джонса обох типів з референтними значеннями на основі часткового перекриття довірчих інтервалів результатів вимірювань і референтних значень розчинів не є коректним, для цього існують відповідні статистичні процедури. (с. 132).
6. В роботі некоректно використовується термін «фізична модель» стосовно наведених креслень і схем (наприклад, рис. 2.1, 2.2, 2.4), адже фізична модель – це установки, обладнання, пристрої і т.і. які зберігають природу явищ і мають фізичну подібність до об'єкта моделювання.
7. В роботі присутні орфографічні і стилістичні помилки та неточності.

Дані зауваження не впливають на загальну оцінку роботи як позитивного внеску в розвиток науки. Вони можуть розглядатися як план подальших досліджень в теорії і практиці кондуктометричних вимірювань.

Висновок щодо відповідності дисертації вимогам, які висуваються до наукового ступеня доктора філософії

Оцінюючи роботу в цілому, вважаю, що в дисертації отримано нове рішення важливої науково-технічної задачі, яка полягає у розробленні принципів побудови та створенні первинних двоелектродних кондуктометричних комірок Джонса з розрахунковою константою нової, більш простої конструкції, що дозволяє врахувати основні складові похибки та забезпечують мінімальний рівень невизначеності. Розв'язання цього завдання дозволить забезпечити відтворення, збереження та передачу одиниці електролітичної провідності рідини від державного первинного еталона до ЗВТ кондуктометричного принципу дії та сертифікованим стандартним зразкам.

Вважаю, що дисертаційна робота Стенніка Олексія Юрійовича “Розробка та дослідження диференційних кондуктометричних комірок Джонса із

розрахунковою константою” відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44, а також Вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом МОНУ від 12.01.2017 р. № 40, а здобувач заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Опонент:

професор кафедри інформаційно-
вимірювальних технологій

Національного технічного університету

України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

доктор технічних наук, доцент

Володимир ЄРЕМЕНКО

