

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Стенніка Олексія Юрійовича**
«Розробка та дослідження диференційних кондуктометричних комірок Джонса із
розрахунковою константою»,

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

Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційну роботу Стенніка О.Ю. присвячено розв'язанню актуального науково-прикладного завдання, що полягає у розробленні принципів побудови, створенні та дослідженні первинних диференційних кондуктометричних комірок Джонса нової конструкції, результати вимірювань яких враховують основні складові похибки та забезпечують зменшення рівня невизначеності.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю відновлення первинного методу відтворення одиниці електролітичної провідності рідини в Державному еталоні, забезпечення метрологічної простежуваності одиниці довжини – метра – в константі кондуктометричної комірки, а також необхідністю вдосконалення конструкцій первинних кондуктометричних комірок, які використовуються в національних метрологічних інститутах для мінімізації методичних похибок.

Актуальність роботи підтверджується її виконанням у рамках фундаментальної НДР Інституту електродинаміки НАН України «Розвиток наукових основ підвищення точності кондуктометричних вимірювань з еталонними двоелектродними комірками» (шифр теми «ДИПОЛЬ-2», № ДР 0119U001281) та науково-технічного проекту «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.

Наукова новизна отриманих результатів

До найбільш вагомих наукових результатів дисертації належать:

- вперше розроблено фізичні та комп'ютерні моделі стовпа рідини найпоширенішої конструкції диференційної кондуктометричної комірки Джонса зі змінною центральною подовжувальною трубкою, що дало змогу оцінити похибки вимірювання, зумовлені нерівністю діаметрів секцій і їх радіальними зсувами у національних еталонах одиниці електролітичної провідності рідин;
- 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 комірки або в її електродах.;
- набув подальшого розвитку диференційний метод вимірювання електролітичної провідності шляхом введення додаткового вимірювання, що дозволяє контролювати та усувати вплив неоднаковості поляризаційних імпедансів;
- 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.

Безперечною перевагою роботи є поєднання теоретичних досліджень, комп'ютерного моделювання та експериментальної перевірки отриманих результатів, що забезпечило їх високу достовірність.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів

Обґрунтованість наукових положень та висновків забезпечується логічною постановкою мети та завдань дослідження, використанням сучасних методів математичного та мультифізичного моделювання, застосуванням методу кінцевих елементів, теорії електричних кіл, методів оцінювання невизначеності вимірювань, а також результатами експериментальних досліджень.

Достовірність отриманих результатів підтверджується їх узгодженістю з теоретичними розрахунками, позитивними результатами міжнародних дослідних звірів CCQM-P228 та ключових міжнародних звірів EURAMET.QM-K170, а також впровадженням розроблених методів у державному первинному еталоні одиниці електролітичної провідності рідин.

Оцінка структури, змісту та оформлення дисертації

Дисертація Стенніка О.Ю. є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яку викладено на 235 сторінках машинописного тексту. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі автором обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено мету, об'єкт, предмет та завдання роботи, наведено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, зв'язок роботи з науковими програмами, особистий внесок здобувача та відомості про апробацію результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз сучасного стану еталонної кондуктометрії, розглянуто існуючі методи відтворення одиниці електролітичної провідності рідин, проаналізовано еквівалентні схеми двоелектродних кондуктометричних комірок, досліджено проблеми забезпечення розрахунковості константи та визначено основні напрями подальших досліджень.

У другому розділі наведено результати математичного та комп'ютерного моделювання методичних похибок, пов'язаних із нерівномірністю розподілу густини струму в кондуктометричних комірках. Особливу увагу приділено оцінюванню впливу геометричних відхилень конструкції та дослідженню впливу отворів для заповнення комірок із використанням програмного забезпечення COMSOL Multiphysics.

У третьому розділі описано інформаційно-вимірювальну систему для дослідження параметрів імпедансу кондуктометричних комірок, запропоновано новий метод вимірювання електролітичної провідності з урахуванням наявності поляризаційного імпедансу, а також обґрунтовано підхід до вибору оптимальної робочої частоти вимірювання.

Четвертий розділ присвячено експериментальній перевірці розроблених методів та конструкцій комірок. Представлено результати їх апробації під час міжнародних звірів, досліджено вплив робочої напруги та підтверджено правильність розроблених методик визначення електролітичної провідності і оцінювання невизначеності.

У п'ятому розділі наведено конструктивні особливості розроблених диференційних комірок Джонса, методику розрахунку їх констант та оцінювання невизначеності за результатами геометричних вимірювань. Детально розглянуто питання виготовлення комірок та забезпечення метрологічної простежуваності константи до одиниці довжини – метра.

Дисертація викладена логічно, матеріал добре структурований, основні положення послідовно пов'язані між собою. Робота достатньо ілюстрована рисунками, таблицями та експериментальними результатами.

Практичне значення роботи

Практична цінність роботи полягає у створенні нових конструкцій первинних диференційних кондуктометричних комірок, розробленні методик визначення їх констант та оцінювання невизначеності, впровадженні нових методів вимірювання електролітичної провідності та створенні програмного забезпечення для автоматизації вимірювань.

Основні практичні результати роботи Стенніка О.Ю. знайшли застосування у ДП «Укрметртестстандарт», що підтверджується відповідним актом впровадження.

Особливо слід відзначити, що результати роботи забезпечили підтвердження калібрувальних та вимірювальних можливостей України під час міжнародних ключових звірень та сприяють удосконаленню Державного первинного еталона одиниці електролітичної провідності рідин.

Публікації та апробація результатів

Основний зміст дисертації достатньо повно відображено у 12 наукових працях, серед яких 4 статті опубліковано у наукових виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus, отримано патент України на корисну модель, опубліковано матеріали міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій.

Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися на міжнародних конференціях і науково-технічних семінарах, що підтверджує достатній рівень апробації отриманих результатів.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. У роботі недостатньо уваги приділено питанням довготривалої стабільності геометричних параметрів комірок та можливому впливу процесів старіння конструкційних матеріалів.
2. Для дослідження впливу прикладеної різниці потенціалів на результат вимірювання електропровідності розчину було використано малий діапазон напруги.
3. Недостатньо обґрунтовано розрахунковість специфічної частоти $f_{0.5}$ для розроблених комірок.
4. Недостатньо досліджено питання впливу електрохімічного імпедансу приелектродного шару для розчинів з високою електропровідністю.

Зазначені зауваження не знижують загальної наукової та практичної цінності дисертаційної роботи і можуть бути предметом подальших досліджень автора.

Академічна доброчесність

У дисертації та наукових публікаціях Стенніка О.Ю. не виявлено порушень принципів академічної доброчесності. Робота не містить ознак плагиату, фабрикації чи фальсифікації результатів досліджень. Використані результати інших авторів мають належні посилання.

Загальний висновок

Вважаю, що дисертаційна робота Стенніка Олексія Юрійовича «Розробка та дослідження диференційних кондуктометричних комірок Джонса із розрахунковою константою» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною на високому науковому рівні. Сукупність отриманих автором теоретичних і практичних результатів розв'язує важливе науково-прикладне завдання, що має істотне значення для розвитку метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, зокрема у галузі еталонної кондуктометрії.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем апробації результатів та повнотою їх висвітлення у наукових публікаціях дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року.

Стеннік Олексій Юрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування».

Рецензент:

завідувач відділу

електричних і магнітних вимірювань

Інституту електродинаміки

Національної академії наук України



Підпис В. Мельника
Інституту електродинаміки
Нац. Академії наук України
В. Вихрова

Володимир МЕЛЬНИК